



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

KUOPION SÄHKÖVERKON TARIFFIRAKENTEEEN KEHI- TYSMAHDOLLISUUDET JA VAIKUTUKSET

TEKIJÄ/T: Mikko Vähäsaari

Koulutusala			
Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma			
Sähkötekniikan tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä(t)			
Mikko Vähäsaari			
Työn nimi			
Kuopion Sähköverkon tariffirakenteen kehitysmahdollisuudet ja vaikutukset			
Päiväys	29.3.2018	Sivumäärä/Liitteet	43
Ohjaaja(t)			
Yliopettaja Juhani Rouvali, Lehtori Timo Savallampi			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t)			
Kuopion Sähköverkko Oy			
Tiivistelmä			
<p>Opinnäytetyössä kehitettiin Kuopion Sähköverkko Oy:lle tehotariffirakenteita aikasiirron asiakasryhmälle ja tutkittiin nykyisiä tariffeja sekä niiden määräytymisperusteena olevia kustannuksia. Samalla tarkasteltiin miten siirtohinnoitteluun liittyvät valvontamenetelmät, lait ja säädökset vaikuttavat tariffien suunnitteluun.</p> <p>Tarkastelussa oli noin 4000 aikasiirtoasiakasta Kuopion Sähköverkolla. Aluksi käytiin läpi siirtohinnoittelun teoria, joiden pohjalta yritykselle rakennettiin Excel-pohjainen sovellus, jolla voi suunnitella siirtotariffeja sekä simuloida niiden vaikutuksia tulovirtaan ja asiakasvaikutuksia. Asiakasryhmän analyysissa tutkittiin ryhmän käyttäytymistä ja sen osallistumista verkon kustannuksiin sekä verkonkäyttöön. Nämä analyysit antoivat pohjatietoa, jota hyödynnettiin, kun tutkittiin vaihtoehtoisia tehotariffirakenteita.</p> <p>Kehitetyillä tariffirakenteilla simuloitiin asiakasvaikutuksia asiakasryhmässä sekä yksittäisellä asiakaskäyttäjätasolla ja pohdittiin erilaisten tariffirakenteiden eroja. Tutkituista tariffeista tutkittiin, kuinka tariffin muutokset vaikuttavat ryhmän sisällä keskimääräisten käyttäjien sekä paljon tai vähän energiaa käyttävien käyttäjien kesken. Tavoitteena oli löytää tariffeja, joissa käyttäjien tariffimuutokset olivat kohtuullisia ja tariffirakennetta voidaan muokata asteittain haluttuun suuntaan.</p> <p>Työn tuloksilla sekä laskentasovelluksella kehitetään siirtoyhtiölle uusia siirtotariffeja, joista yksi on tehopohjainen siirtotariffi aikasiirron asiakasryhmälle.</p>			
Avainsanat			
tehotariffi, tehomaksu, siirtohinnoittelu, tariffirakenne, laskentasovellus			
Julkinen			

Field of Study			
Technology, Communication and Transport			
Degree Programme			
Degree Programme in Electrical Engineering			
Author(s)			
Mikko Vähäsaari			
Title of Thesis			
Development of Tariff Structures and Impacts on Kuopion Sähköverkko Ltd			
Date	29 March 2018	Pages/Appendices	43
Supervisor(s)			
Mr. Juhani Rouvali, Principal Lecturer, Mr. Timo Savallampi, Senior Lecturer			
Client Organisation /Partners			
Kuopion Sähköverkko Oy			
Abstract			
<p>The purpose of this Bachelor's thesis was to study power-based tariffs and their impacts on customers. The target group was roughly 4,000 time-of-day customers from Kuopion Sähköverkko Ltd. Laws, oversight methods and statutes were included in the research on how they affect the design of tariff structures.</p> <p>After an initial research on the theory of tariff pricing, an Excel based software was built which was used to design new tariffs and simulate effects of the tariff changes on the company's revenue. These analyzes gave vital research data which was used when new alternative power-based tariffs were designed.</p> <p>The new tariff structures were used to analyze how the tariffs affect customers on individual basis. The focus of the research was on seeing how the new tariffs affect average customers and customers who have either a small or big energy usage. The purpose was to find tariffs, in which the changes were reasonable and easy to modify further on a step by step basis.</p> <p>As a result of this thesis, a new power-based tariff was designed for the time-of-day customer group.</p>			
Keywords			
tariff structure, power-based tariff, tariff structure pricing			
Public			

ESIPUHE

Tämä opinnäytetyö on tehty Kuopion Sähköverkko Oy:n toimeksiannosta. Kiitokset työn tilaajalle ja ohjaajana toimineelle verkkopäällikkö Lauri Siltaselle mielenkiintoisesta aiheesta sekä hyvästä ohjauksesta. Suuret kiitokset myös Kuopion Sähköverkon muulle henkilöstölle avusta ja neuvoista työn aikana. Ohjaavana opettajana toimi yliopettaja Juhani Rouvali ja hänelle sekä muille opettajille kiitokset opintojen aikana saadusta laadukkaasta opetuksesta.

Kiitos myös perheelle ja läheisille opintojen aikana saadusta tuesta.

Kuopiossa 29.3.2018

Mikko Vähäsaari

SISÄLTÖ

1	LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT	6
2	JOHDANTO	7
3	KUOPION SÄHKÖVERKKO OY	9
4	SIIRTOHINNOITTELUN NYKYTILA	12
4.1	Siirtohinnoittelun lait ja säädökset.....	12
4.1.1	Sähkömarkkinalaki	12
4.1.2	EU-direktiivit	13
4.2	Siirtohinnoittelun muodostus	14
4.2.1	Aiheuttamisperiaate	15
4.2.2	Yksinkertaisuusperiaate	15
4.2.3	Markkinahintaperiaate	15
5	ENERGIAVIRASTON VALVONTAMALLI	16
6	TYÖ- JA ELINKEINOMINISTERIÖN ÄLYVERKKOTYÖRYHMÄN VÄLIRAPORTTI.....	18
7	SIIRTOHINNOITTELUN LASKENTAPROSESSI	21
7.1	Kulutusanalyysi.....	23
7.2	Kustannusanalyysi.....	23
7.2.1	Verkostokustannukset	24
7.2.2	Tuottovaatimus.....	25
7.2.3	Sähköenergian siirrosta riippuvat kustannukset	25
7.2.4	Asiakas- ja hallintokustannukset.....	25
7.3	Kustannusten jako kustannuspaikoille	26
7.4	Kuopion Sähköverkon kustannukset	27
8	NYKYTILA-ANALYYSI ASIAKASRYHMÄSTÄ	28
8.1	Vuosienergiankäyttö.....	28
8.2	Tariffiryhmän osallistuminen tulovirtaan	31
8.3	Ryhmän osallistuminen tehohuippuun	31
8.4	Kantaverkkomaksun käyttäytyminen eri ajanjaksoissa ja kustannusvastaavuus	32
8.5	Tariffiryhmien keskihinnan analysointi	33
9	HINNOITTELUSOVELLUKSEN KEHITTÄMINEN.....	34
10	TARIFFIRAKENTEIDEN VERTAILU	37
10.1	Päätelmät.....	37
11	ASIAKASVAIKUTUKSET TARIFFIN MUUTOKSISSA.....	39
12	YHTEENVETO.....	41
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	42

1 LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT

EU	Euroopan unioni
WACC	Weighted Average Cost of Capital, pääoman keskimääräinen kustannus
KSV	Kuopion Sähköverkko Oy
Opex	Operatiiviset kustannukset
kWh	Kilowattitunti
MWh	Megawattitunti
GWh	Gigawattitunti
kV	Kilovoltti
JHA	Sähköverkon jälleenhankinta-arvo
NKA	Sähköverkon nykykäyttöarvo
Helen	Helsingin sähköverkkoyhtiö

2 JOHDANTO

Sähkön käyttö ja sen kulutustottumukset ovat muuttuneet paljon viime vuosina ja nykyinen kehityssuunta jatkuu myös tulevaisuudessa. Ilmastonmuutoksen torjumisen aiheuttamat keinot muuttavat paljon vaadittavia energiantehokkuuksia sekä aurinko- ja tuulivoiman tuotannon kehittymistä. Nykyisin on tullut paljon uudenlaisia keinoja sähkön käyttäjille, mitkä muokkaavat heidän kulutustottumuksia, kuten maalämpöpumput, sähköautot sekä yleisten laitteiden alati paraneva energiatehokkuus. Nämä asiat yhdessä ovat tuoneet jo havaittavia muutoksia, jossa verkossa siirretty energia on pysynyt samana tai jopa vähentynyt, samalla kun verkon tarvitsema hetkellinen teho on kasvanut. Tietyissä osin verkkoa myös tehon syöttösuunta voi muuttua.

Verkkoyhtiöt ovat perinteisesti rahoittaneet toimintansa keräämällä asiakkailta energianmäärään sidottuja energiamaksuja sekä sähkönkäyttöpaikan koon ja tyypin perusteella määräytyviä perusmaksuja. Kyseinen hinnoittelurakenne pohjautuu niiden käyttöönoton ajankohtaan, jolloin mittarit pystyivät mittaamaan ainoastaan energian päivä/yö-tasolla ja mittarien lukemat käytiin lukemassa paikan päällä kerran vuodessa. Verkkoyhtiöillä olisi ollut kiinnostusta yksityisasiakkaiden tehopohjaiseen hinnoitteluun, mutta tämä ei ollut silloin mahdollista käytössä olevien mittareiden vuoksi. Yritysiasiakkailla on ollut tehopohjainen hinnoittelu jo pitkään käytössä. Etäluettavien mittarien myötä, joista saadaan tarkat kulutustiedot, on verkkoyhtiöiden hinnoittelun kehitys tullut helpommaksi.

Verkkoyhtiön näkökulmasta siirtohinnoittelu, joka on hyvin energiapainotteinen, ei ole välttämättä tulevaisuudessa enää toimiva. Energian kulutus vähenee ja sitä myötä siirtotoiminnasta saadut tulot, mutta samalla tehon tarve kasvaa. Verkot mitoitetaan tarvittavan tehon mukaan ja tämä aiheuttaa tulojen ja kustannusten vääristymän. Verkko tarvitsee lisäinvestointeja kasvavan tehontarpeen vuoksi, mutta samalla tulot vähenevät, sillä asiakkaat käyttävät energiaa vähemmän. Verkkoyhtiön kustannuksista suurin osa on kiinteitä, eivätkä siirretyn energian määrästä riippuvia, minkä vuoksi monet yhtiöt ovatkin alkaneet painottaa siirtohinnastonsa maksuja kiinteille perusmaksuille. Tämä taas vähentää asiakkaan mahdollisuuksia vaikuttaa omaan siirtolaskuunsa, kun energian osuus siirtolaskusta on pienempi. Tämä ei ole lainsäädännön mukainen tavoiteltu tilanne, jossa verkkoyhtiön halutaan ohjaavan asiakkaiden energian kulutusta ja tehontarvetta hinnoittelun avulla. Tämän vuoksi on alettu tutkimaan mahdollisuutta rakentaa tehoon perustuvia tariffirakenteita, jotka olisivat kustannusvastavampia kuin nykyiset ja se takaisi myös vakaammat tulot tulevaisuudessa sähkön käytön kehittymisen myötä.

Tämän työn tarkoituksena on tutkia KSV:n nykyisiä tariffirakenteita ja kehittämään tulevaisuuden kestäviä siirtotariffirakenteita. Lähempään tarkasteluun otettiin hiukan yli 4000 aikasiirtoasiakkaan joukko, joille tehdään yksityiskohtaisempia analyysejä vuoden ajalta saatujen asiakaskohtaisten tunnistarjojen avulla. Samalla myös tutkitaan yhtiön kulurakennetta ja rakennetaan Excel-pohjainen työkalu, jolla eri asiakasryhmien osallistuminen verkon kuluihin sekä tuloihin voidaan määritellä ja käyttää sitä apuna suunnitellessa siirtohinnaston muutoksia.

Työssä käydään ensin läpi sähkön siirtohinnoitteluun vaikuttavia tekijöitä lainsäädännön osalta sekä keskeiset hinnoitteluperiaatteet. Tämän jälkeen tarkastellaan Työ- ja elinkeinoministeriön älyverkko-työryhmän väliraporttia ja pohditaan sen vaikutuksia. Luku 7 käsittelee siirtohinnoittelun laskentaprosessin. Luvussa 8 käydään läpi aikasiirto ryhmän yksityiskohtaisempia analyysyjä, kun taas luvussa 9 käydään läpi yritykselle rakennettua tariffin laskenta sovellusta. Lopussa käydään läpi asiakasvaikutuksia sekä analysoidaan eri tariffirakenteiden vaikutuksia asiakasmaksuihin. Opinnäytetyössä osa kappaleista on pelkästään yrityksen sisäiseen käyttöön, jonka vuoksi ne eivät ole mukana julkisessa versiossa.

3 KUOPION SÄHKÖVERKKO OY

Kuopion Sähköverkko Oy (KSV) on Kuopion keskeisellä kaupunkialueella toimiva sähköverkkoyhtiö. Sen omistaa Kuopion Energia Oy, jotka yhdessä muodostavat Kuopion Energia Oy konsernin. Kuopion kaupunki omistaa kokonaisuudessaan Kuopion Energia Oy: n. Sähkösiiroasiakkaita on noin 56 700 ja sähköä siirrettiin noin 600 GWh vuonna 2017. Sähkön toimitusvarmuuden osalta keskimääräinen keskeytysaika oli 14,6 minuuttia asiakasta kohden. Tarkemmat tiedot edellä mainituista ovat taulukossa 1.

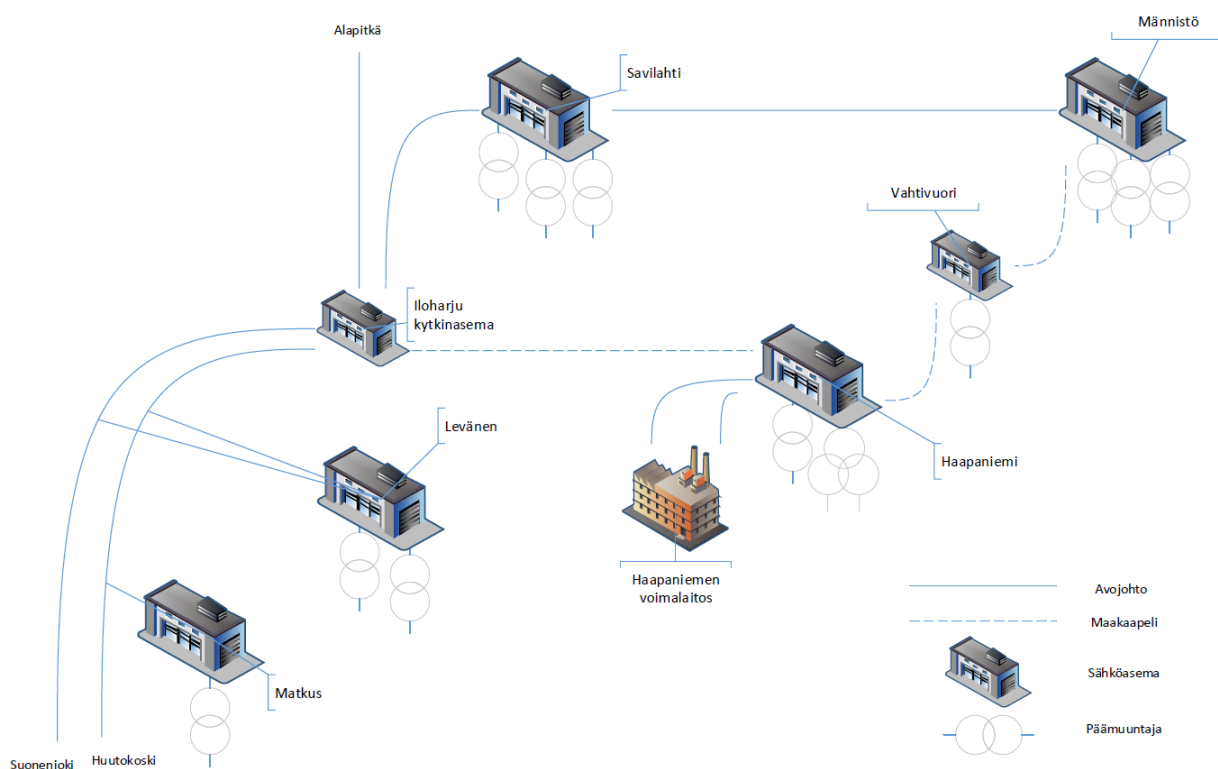
TAULUKKO 1. Asiakasmäärät ja siirretty energia (KSV Oy, 2018)

	Asiakkaita	Siirretty energia, MWh
Yleissiirto	51492	153 793
Aikasiirto	4214	90 622
pj-siirto	904	145 457
kj-siirto	117	208 210

Yhtiön päätehtäviä ovat sähkön siirto sekä sähköverkon rakennuttaminen ja ylläpitäminen. Keski- ja pienjänniteverkkoa yhtiöllä on yhteensä 673 km, josta kj-ilmajohtoa 136 km ja kj-kaapelia 537 km. Pienjänniteverkkoa on yhteensä 1100 km josta ilmajohtoa on 238 km ja kaapelia 862 km.

Kaapelointiasteet keski- ja pienjännitteellä ovat 78 % ja 80 %. (KSV Oy, 2018)

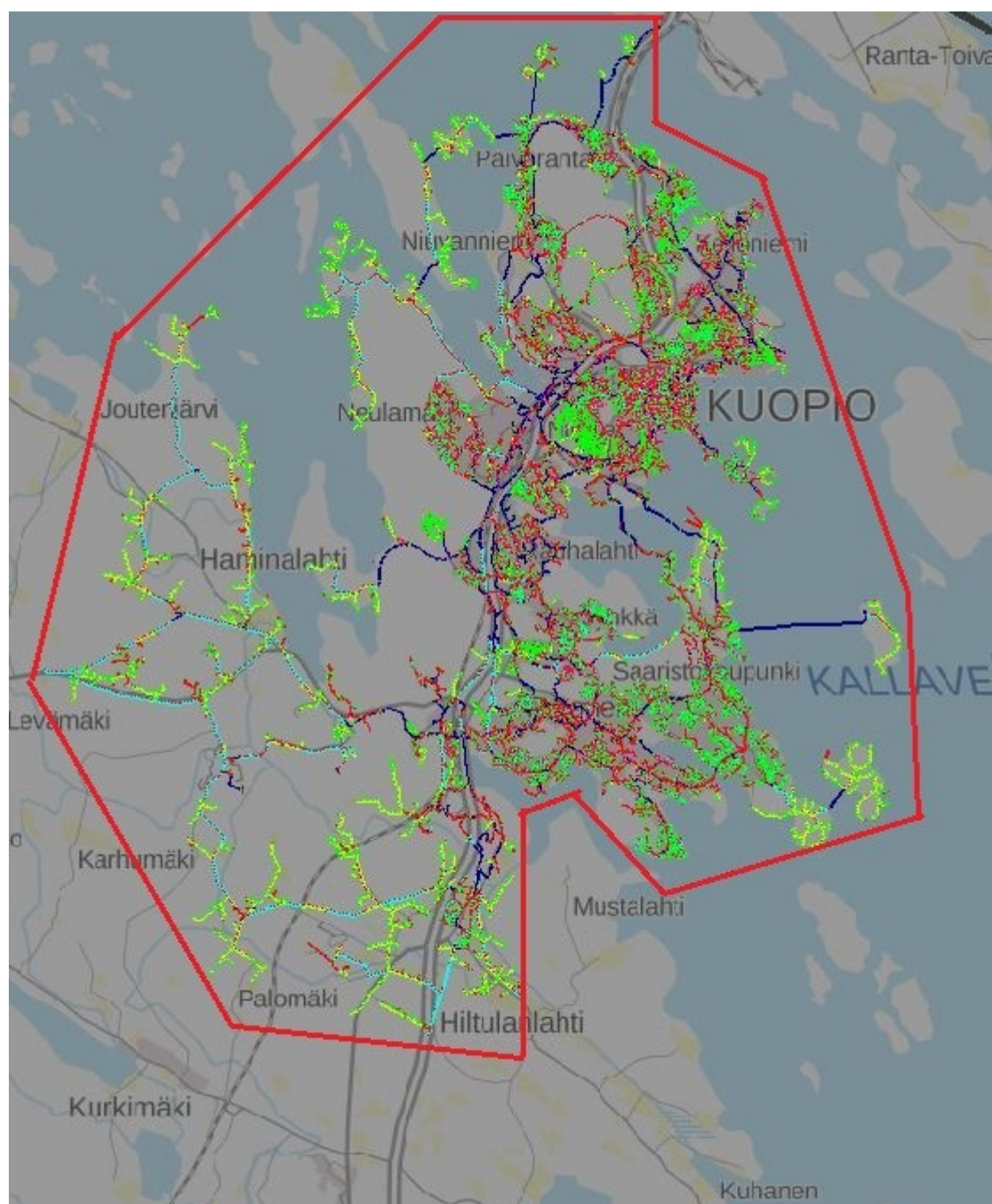
Verkko koostuu 110 kV rengasverkosta, joka on esitetty kuvassa 1.



KUVA 1. 110 kV Kuopion Sähköverkon rakenne

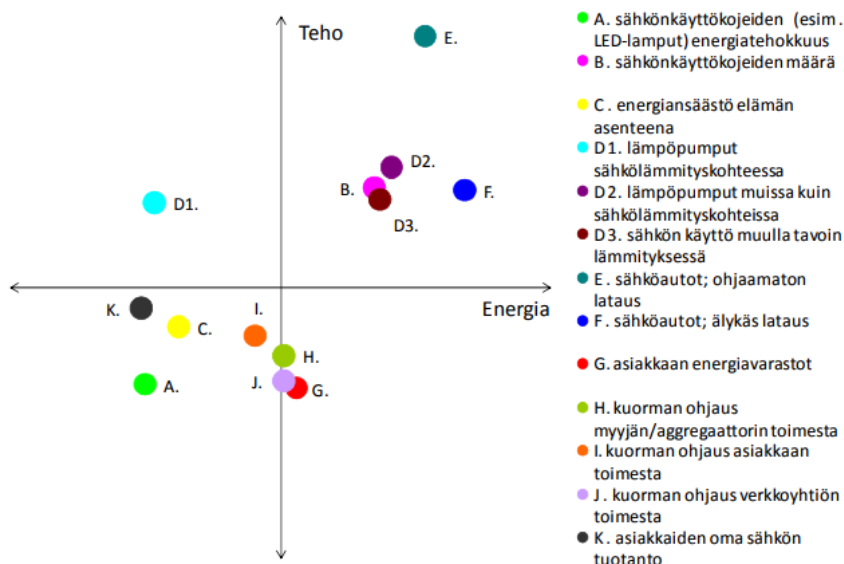
KSV:lla on 7 sähköasemaa, jotka toimivat 110 kV rengasverkossa. Poikkeuksena on Matkuksen ja Leväsen sähköasemat, jotka on liitetty kantaverkkoon omina liittymispisteinään. Keskijänniteverkon jakelujännitteenä käytetään 10 ja 20 kV:n jännitteitä. 10 kV on historiallisista syistä käytössä ja se keskittyy lähinnä Kuopion keskustan alueelle. Keskijänniteverkko on taajama-alueella rakennettu silmukoidusti, mutta sitä käytetään säteittäisesti. Suurin osa asiakkaista on liitettynä pienjänniteverkkoon, joka sekin on rakennettu pääosin silmukoidusti, mutta normaalitilanteessa käytetään myöskin säteittäisesti. Sähkönjakelualue levittäytyy Kuopion taajama-alueelle sekä ympäröiviin haja-asutusalueisiin.

Kuvassa 2 on esitetty sähkönjakelualue kartalla.



KUVA 2. Sähkönjakelun alue (KSV Oy, 2018)

Sähkön käytössä on myös tapahtunut ja tulee tapahtumaan lisää suuria muutoksia, jotka vaikuttavat verkkoyhtiöiden kustannuksiin. Näitä mahdollisia muutoksia on arvioitu jo vuonna 2011 yliopistojen yhteisen työpajan voimin ja siinä tarkasteltiin kuinka eri muutokset vaikuttavat verkon tarvitsemaan tehoon sekä energiaan.



KUVA 3. Tehon ja energian muutokset tulevaisuudessa (Partanen;Honkapuro;& Tuunanen, 2012)

Tilanteet, joissa siirretty energian määrä pienenee, mutta kasvattavat tehon tarvetta, ovat nykytariffien kannalta ongelmallisia. Nykytariffit pohjautuvat suurelta osin siirrettyyn energiaan perustuvaan laskutukseen.

Lämpöpumppujen on arvioitu pienentävän vuotuisen käytetyn energian määrää n. 11 % vuoteen 2020 mennessä. Jos tariffirakenteet pysyvät nykyisellään se pienentäisi verkkoyhtiön liikevaihtoa noin 5 %, mutta verkkoyhtiön kustannuksiin sillä ei ole mitään vaikutusta. Kuitenkin kaikki energiatehokkuutta parantavat toimenpiteet ovat asioita, joihin tulee kannustaa. Tämän vuoksi on tarpeen kehittää nykyisiä tariffirakenteita, jotta ne vastaavat muuttuvaa toimintaympäristöä. (Partanen;Honkapuro;& Tuunanen, 2012)

4 SIIRTOHINNOITTELUN NYKYTILA

Siirtohinnoittelun nykytila luvussa käydään läpi siirtohinnoitteluun vaikuttavia tekijöitä. Näitä tekijöitä ovat esimerkiksi eri lait, asetukset sekä direktiivit. Sähkömarkkinalaki on yksi isoimpia vaikuttavia asioita, jonka lisäksi on valtioneuvoston asetuksia sekä Euroopan Unionin EU-direktiivejä. Energiaviraston valvontavaatimukset sekä hinnoittelun muodostuksen ehdot on myös käsitelty tulevissa luvuissa.

4.1 Siirtohinnoittelun lait ja säädökset

Suomessa sähkömarkkinoita säätelevät lait sekä säädökset tulevat Sähkömarkkinalaista (588/2013), valtioneuvoston asetus sähkömarkkinoista (65/2009), Energiavirastosta (870/2013), valtioneuvoston ja työ- ja elinkeinoministeriön päätökset ja asetukset sekä Euroopan Unionin asetuksista ja direktiiveistä. (Partanen, ym., 2015)

4.1.1 Sähkömarkkinalaki

Vuonna 1995 Suomessa tuli voimaan sähkömarkkinalaki, koska sähkömarkkinat avattiin kilpailulle. Tämän lain tarkoituksena on varmistaa edellytykset tehokkaasti toimiville Suomen sisäisille sekä EU:n markkinoille niin, että hyvälaatuisen ja kohtuuhintaisen sähkön saanti voidaan turvata. Sähkömarkkinalaista luvut 4 ja 6 ovat keskeisimpiä sähkönsiirron hinnoittelussa. (Sähkömarkkinalaki, 588/2013)

Sähkömarkkinalain mukaan Suomessa voi harjoittaa sähköverkkotoimintaa vain energiaviraston myöntämällä verkkoluvalla. Sähköverkkolupa on toistaiseksi voimassa oleva, jonka myöntämisen edellytyksenä on, että hakija täyttää asetetut organisaatio, taloudelliset sekä tekniset vaatimukset. Laki asettaa myös vaatimukset verkkoyhtiöille liittyen asiakkaan oikeuksiin, tasapuoliseen ja kustannusvas-
taavaan hinnoitteluun sekä tärkeimpänä hinnoittelussa on se, että sähkönsiirron hinta ei saa olla riip-
puvainen asiakkaan maantieteellisestä sijainnista verkkoyhtiön alueella. (Sähkömarkkinalaki, 588/2013)

Alla on sähkömarkkinalain otteet, jotka määräävät seuraavaa:

" 18 §

Verkkopalvelujen tarjonnan yleiset periaatteet

Verkonhaltijan on tarjottava sähköverkkonsa palveluita sähkömarkkinoiden osapuolille tasapuolisesti ja syrjimättömästi. Palveluiden tarjonnassa ei saa olla perusteettomia tai sähkökaupan kilpailua ilmeisesti rajoittavia ehtoja." (Sähkömarkkinalaki, 588/2013)

" 24 §

Verkkopalvelujen myyntiehtoja ja hinnoittelua koskevat yleiset säännökset

Verkkopalvelujen myyntihintojen ja -ehtojen sekä niiden määräytymisperusteiden on oltava tasapuolisia ja syrjimättömiä kaikille verkon käyttäjille. Niistä saa poiketa vain erityisistä syistä. Kuluttajille suunnatut myyntiehdot on lisäksi esitettävä selkeällä ja ymmärrettävällä tavalla, eikä niihin saa sisältyä sopimusten ulkopuolisia esteitä kuluttajien oikeuksien toteutumiselle.

Verkkopalvelujen hinnoittelun on oltava kokonaisuutena arvioiden kohtuullista.

Verkkopalvelujen hinnoittelussa ei saa olla perusteettomia tai sähkökaupan kilpailua ilmeisesti rajoittavia ehtoja. Siinä on kuitenkin otettava huomioon sähköjärjestelmän toimintavarmuus ja tehokkuus sekä kustannukset ja hyödyt, jotka aiheutuvat voimalaitoksen liittämisestä verkkoon." (Sähkömarkkinalaki, 588/2013)

Pykälän 18 § ja 24 § mukaisesti sähköverkkoyhtiön on tarjottava palvelunsa tasapuolisesti ja syrjimättömästi sekä hinnoitteluun liittyen sen pitää olla asiakkaalle ymmärrettävä sekä tasapuolinen. Sähkömarkkinalaissa määrätään myös, että verkkoyhtiön on ilmoitettava asiakkaalle, mistä sähkönsiirron loppulasku muodostuu ja ohjaavana perusteena on se, että asiakas maksaisi ainoastaan aiheuttamistaan verkostokustannuksista. Sähkömarkkinalain pykälä 25 § käsittelee pistehinnoittelua, joka tarkoittaa, että maksut suoritettuaan asiakkaalla on oikeus käyttää liittymispisteestään käsin koko maan sähköverkkoa, ulkomaita lukuun ottamatta. Jakeluverkkoalueen sisällä hinta voi vaihtua erilaisten asiakasryhmien välillä, mutta ei saman tyyppisten samalla tavalla sähköä käyttävien kuluttajien välillä. (Sähkömarkkinalaki, 588/2013)

4.1.2 EU-direktiivit

EU-direktiivit on luotu antamaan edellytyksiä luoda yhteiset sähkön sisämarkkinat Euroopan Unionin alueelle. Tämän tavoitteena on sähkön toimitusvarmuuden parantamisen sekä sisämarkkinoiden tehostaminen ja EU-direktiivit ohjaavat tähän yhtenäistämällä maiden lainsäädäntöä. Sähkönsiirtotoiminnassa käytetään pääasiassa direktiiviä 2012/27/EU, josta 15. artikla ja liite XII ovat tärkeimmät. Nämä käsittävät energian siirron jakelun sekä muuntamisen. Liite XII sisältää sähköverkon sääntelyn ja sähkön verkkotariffeihin liittyviä perusteita. (EPN 2012/27/EU, 2018)

Direktiivi ohjeistaa sähköverkkoyhtiöitä pyrkimään vähentämään asiakkaidensa energiankulutusta sekä leikkaamaan tehohuippuja verkon huippukuormitustunneilta. Siirtotariffien on myös oltava kustannusvastaavia. Jäsenvaltioiden on myös huolehdittava, ettei heillä ole sellaisia tariffeihin sisältyviä kannustimia, jotka ovat haitallisia sähkön tuotannon, siirron, jakelun ja toimituksen kokonaistehokkuudelle tai jotka voivat haitata kysyntäjouston käyttöä. Kysynnän ohjaustoimenpiteiden, kysynnän hallinnan ja hajautetun tuotannon avulla saatujen kustannussäästöjen on vaikutettava verkkotariffeihin, joiden on oltava niiltä osin kustannusvastaavia. (EPN 2012/27/EU, 2018)

4.2 Siirtohinnoittelun muodostus

Siirtohinnoittelussa on monia eri velvoitteita ja vaatimuksia, jotka on huomioitava hinnastoa muodostettaessa. Periaatteet ja niiden vaatimukset taistelevat osin toisiaan vastaan, mutta verkkoyhtiön on otettava ristiriitaisetkin periaatteet huomioon siirtohinnaston rakentamiseksi. Tärkeimmät kohdat hinnoittelussa ovat aiheuttamisperiaate, yksinkertaisuusperiaate ja markkinahintaperiaate. Hinnoitteluperiaatteet on listattu kuvassa 4.

Vapaavalintaisuus	Pistehinnoittelu
Yhteensopivuus	Aiheuttamisperiaate
Pitkäjänteisyys	Asiakkaiden kulutuksen ohjaaminen
Yksinkertaisuus	Energiatehokkuus
Markkinahintaisuus	Taloudelliset tavoitteet

KUVA 4. Siirtohinnoittelun ohjaavat vaatimukset. (Pantti, 2010)

Hinnoittelun tulee ohjata sähköverkon tehokkaaseen käyttöön, jotta sähköverkon kustannukset saadaan mahdollisimman alhaisiksi. Hinnoittelun täytyy myös taata vakaa tulovirta ja siirtohintojen muutosten pitää olla maltillisia asiakkaille. (Suikkanen, 2016)

Siirtohinnoittelussa pitää myös ottaa huomioon Fingridin kantaverkkomaksut ja niiden vaikutus. Kantaverkkoyhtiö laskuttaa kantaverkkomaksut suoraan siirretystä energiasta. Fingridin perimät maksut ovat kantaverkosta otto- jaantomaksut sekä kulutusmaksut. Maksut on jaettu kahteen eri aikaan, ensimmäinen on talviarkipäivä hinta, mikä tarkoittaa ajanjaksoa joulukuusta – helmikuun ma – pe klo 7.00 – 21.00. Kaikki talviarkipäivän ulkopuolella olevat ovat muu aika. Alla taulukossa 2 on Fingridin hinnasto vuonna 2018.

TAULUKKO 2. Fingridin hinnasto sis. alv 24 % (Fingrid, 2018)

Hinnat	Vuonna 2017
Kulutusmaksu, talviarkipäivä	9€ /MWh
Kulutusmaksu, muu aika	2,7€ /MWh
Kantaverkosta otto	1,09€ /MWh
Kantaverkkoon anto	0,72€ /MWh

Näiden lisäksi Fingrid velottaa verkkoon liitetyn tuotannon voimalaitosten tehomaksua voimalaitosten tehosta riippuen.

4.2.1 Aiheuttamisperiaate

Aiheuttamisperiaate tarkoittaa hinnoittelun kohdistamista niin, että se vastaa asiakkaan toiminnan kustannuksia ja toteuttaa aiheuttamisperiaatteen. Täydellisesti aiheuttamisperiaatetta seuraaminen vaatisi kuitenkin asiakaskohtaisen hinnoittelun, mikä ei käytännössä ole mahdollista, sillä sähkömarkkinalaki määrää, ettei asiakkaiden maantieteellinen sijainti saa vaikuttaa siirtohinnoitteluun. Tämän vuoksi kustannuksia tarkastellaan asiakasryhmittäin ja siirtohinnoittelun tulee olla asiakasryhmätasolla kustannusvastaava. (Pantti, 2010)

Aiheuttamisperiaatteeseen kuuluu myös se, että kustannusten kohdistuessa tarkasti tietyille asiakaille, keskijänniteasiakasta ei voida velvoittaa maksamaan kustannuksia, jotka ovat aiheutuneet pienjänniteverkossa. (Apponen, 2016)

4.2.2 Yksinkertaisuusperiaate

Yksinkertaisuusperiaate velvoittaa rakentamaan sähkönsiirtolaskun niin, että asiakas ymmärtää mistä tuotteista lasku koostuu ja miten sen suuruuteen voi vaikuttaa. Käytännössä tämä tarkoittaa sähkönsiirtotuotteiden hinnoittelua yksinkertaisesti ja selkeästi. Esimerkiksi mainittakoon yleissiirron komponentit, perusmaksu ja energiamaksu, joista jälkimmäinen määräytyy siirretyn energian mukaan. Yksinkertaisuus- ja aiheuttamisperiaate ovat keskenään ristiriidassa, jos molempia toteutettaisiin yhtä aikaa. Tämä johtuu siirtotuotteen monimutkaisesta ja epäselvästä rakenteesta, jos haluttaisiin toteuttaa täydellistä kustannusvastaavuutta kuluttajakohtaisesti. (Apponen, 2016)

4.2.3 Markkinahintaperiaate

Jakeluverkkoyhtiöt ovat monopoliasemassa omalla jakelualueellaan, minkä vuoksi niillä ei ole luontaista sähkönsiirto hinnoittelun kehittämistarvetta. Asiakkaat voivat tehdä päätöksiä sähkönkäytös-
sään sekä energiatehokkuuden tavoittelussa siirtohinnoittelun perusteella, mutta käytännössä tämä vaikuttaa ainoastaan suuriin teollisuusasiakkaisiin. (Pantti, 2010)

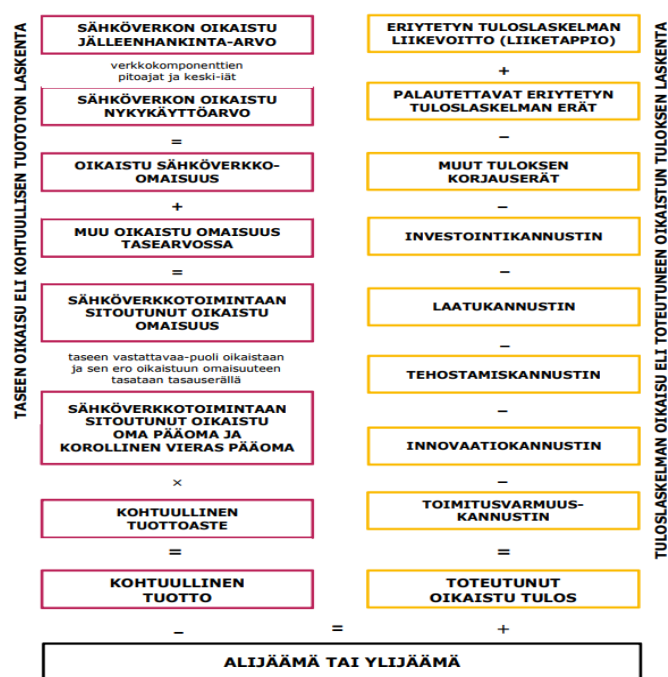
Suomessa Energiavirasto valvoo monopoliasemassa olevia sähköverkkoyhtiöitä ja niiden tulee ilmoittaa yleiset ehdot ja hinnat sekä määräytymisperusteet energiavirastolle. Energiavirasto julkaisee näistä tiedoista noin vuosittain vertailuja suomalaisten verkkoyhtiöiden kesken. Verkkoyhtiöiden kannattaakin vertailla hintojensa markkinakelpoisuutta muiden samanlaisessa toimintaympäristössä ope-
roiviin verkkoyhtiöihin. Jokaisen verkkoyhtiön kustannusrakenteet ovat omanlaisensa, minkä vuoksi hintojen suora vertailu ei ole kannattavaa. (Apponen, 2016)

5 ENERGIAVIRASTON VALVONTAMALLI

Suomessa sähköverkkotoiminnan ollessa luonnollinen monopoli, siihen on tarvittu valvova viranomainen, joka valvoo siirron kohtuullista hinnoittelua sekä sähkömarkkinalain noudattamista. Tämän valvonnan suorittaa nykyisin Energiavirasto. Virasto aloitti toimintansa vuonna 1995 Sähkömarkkinakeskus-nimisenä samalla, kun sähkömarkkinalaki tuli voimaan 1.6.1995. Energiavirasto-nimi tuli käyttöön vuonna 2000, jolloin tehtävät laajenivat myös maakaasumarkkinoiden valvontaan.

Vuonna 2004 päästökauppalaki tuli voimaan, joka antoi virastolle päästökauppaviranomaiset tehtävät ja vuonna 2011 tehtäviä tuli lisää, kun virasto alkoi hallinnoida uusiutuvien energialähteiden tuotantotukijärjestelmää. Nykyinen nimi Energiavirasto syntyi vuonna 2014, kun viraston tehtävät laajenivat koskemaan energiatehokkuuden ja uusiutuvan energian käytön edistämistehtäviä. (Energiavirasto, 2018)

Energiaviraston verkkoyhtiöiden valvonta perustuu alla olevan kuvan 5 kaavion mukaisesti



KUVA 5. Energiaviraston valvontamalli 2016 – 2019 ja 2020 – 2023 jaksoille. (Energiavirasto, 2015)

Tämän valvonnan päätavoitteita ovat verkkopalveluiden hinnoittelun kohtuullisuus sekä korkea laatu. Muita tavoitteita ovat tasapuolisuus, verkon kehittäminen, liiketoiminnan pitkäjänteisyys, jatkuvuus, kehittäminen ja tehokkuus. (Energiavirasto, 2015)

Näillä menetelmillä tutkitaan siirron hinnoittelun kohtuullisuutta, kun verrataan laskettua kohtuullista tuottoa toteutuneeseen oikaistun tulokseen. Kohtuullinen tuotto saadaan laskemalla sähköverkkotoimintaan sitoutuneen oikaistun oman pääoman ja korollisen vieraan pääoman kohtuullinen tuottoaste pääoman painotetun keskikustannuksen perusteella, tätä kutsutaan nimellä WACC. (Energiavirasto, 2015)

Oikaistu tulos saadaan, kun korjataan tuloslaskelmaa kannustimien avulla, joita ovat

- Investointikannustin
- Laatukannustin
- Tehostamiskannustin
- Innovaatiokannustin
- Toimitusvarmuuskannustin. (Energiavirasto, 2015)

Investointikannustin on tarkoitettu parantamaan verkkoyhtiöiden investointeja verkon uudistamisessa, kehittämisessä ja toimitusvarmuuden parantamisessa. Siinä lasketaan oikaistut tasapoistot, suunnitelmien mukaiset poistot ja verkon hyödykkeiden arvon aleneminen. Kannustimen vaikutus lasketaan niin, että oikaistuista tasapoistoista vähennetään suunnitelmien mukaiset poistot ja verkon hyödykkeiden arvon aleneminen, josta saatu tulos sitten vähennetään toteutuneesta tuloksesta. (Energiavirasto, 2015)

Laatukannustimella vaikutetaan verkkoyhtiön sähkönsiirron- ja jakelun laadun kehittämiseen sekä asiakkaiden kokemien keskeytysten ja keskeytysajan määrään. Verkkoyhtiön pystyessä saavuttamaan asiakkaiden kokemat keskeytykset ja keskeytysajat alle referenssitason, sallitaan yhtiölle suurempi sallittu tuotto. (Energiavirasto, 2015)

Tehostamiskannustimen tarkoitus on kannustaa verkkoyhtiötä suorittamaan toimintansa kustannustehokkaasti. Kun toimintaan käytetyt kustannukset ovat mahdollisimman vähäiset verrattuna toiminnan laajuuteen, on toiminta kustannustehokasta. Kannustin rakentuu yleisestä ja yrityskohtaisesta tavoitteesta. Yleisellä tehostamiskannustimella kannustetaan kaikkia verkkoyhtiöitä tehostamaan toimintaansa. Yrityskohtaisella vaikutetaan verkkoyhtiöön mikä on tehokkuusmittauksissa havaittu tehottomaksi. (Energiavirasto, 2015)

Innovaatiokannustimella kannustetaan verkkoyhtiöitä panostamaan verkon kehitykseen sekä tutkimuksiin.

Toimitusvarmuuskannustimella verkkoyhtiöt kannustetaan tekemään toimitusvarmuutta parantavia investointeja, sekä parantamaan verkon ylläpitoa, jotta yhtiö voi saavuttaa sähkömarkkinalain vaatimat toimitusvarmuuskriteerit kustannustehokkaasti määräajassa. Laskennassa huomioidaan toimitusvarmuuden nostamiseksi tehdyt ennenaikaiset korvausinvestoinnit sekä kunnossapito- ja varautumistoimenpiteiden kustannukset. (Energiavirasto, 2015)

Kohtuullista tuottoa arvioidaan toteutuneeseen oikaistuun tulokseen, jos saadaan positiivinen ylijäämä, se palautetaan asiakkaille alempina siirtomaksuina. Kun alijäämä on negatiivinen, voidaan kyseinen summa kerätä asiakkailta korottamalla siirtomaksuja. (Energiavirasto, 2015)

6 TYÖ- JA ELINKEINOMINISTERIÖN ÄLYVERKKOTYÖRYHMÄN VÄLIRAPORTTI

Älyverkkotyöryhmän väliraportti on työ- ja elinkeinoministeriön alaisen älyverkkotyöryhmän 10/2017 julkaisema kooste työryhmä mietinnöistä liittyen tulevaisuuden älyverkkoihin. Työryhmä on perustettu tarkoituksenaan muodostaa linjauksia älyverkkoihin liittyviin toimintamalleihin ja luoda yhteinen näkemys tulevaisuuden älyverkoista. Samalla myös esitetään konkreettisia toimia, jolla useat eri toimijat saadaan toimimaan tehokkaasti yhdessä ja edistämään asiakkaiden osallistumista sähkömarkkinoille. (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2018)

Älyverkkotyöryhmään kuuluu toimialan eri ryhmiä: sähkön kuluttajia, sähkön tuottajia ja myyjiä, kantaverkkoyhtiöitä ja jakeluverkkoyhtiöitä, energiavirastoa ja tutkimuslaitoksia. (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2018)

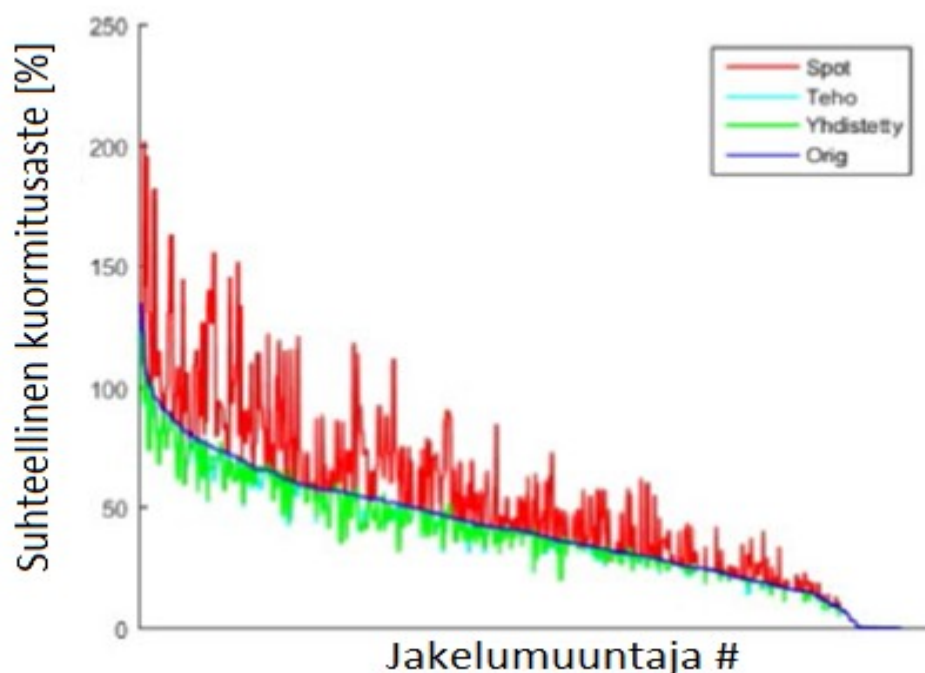
”Matkalla kohti joustavaa ja asiakaskesteistä sähköjärjestelmää” niminen raportti on työryhmän senhetkiset pohdinnat koostava teos, josta tähän työhön liittyen tärkeimpänä ovat kappaleet

- Jakeluverkon tehopohjainen siirtohinnoittelu
- Verkkopalvelun maksurakenteiden harmonisointi.

Jakeluverkon tehopohjainen siirtohinnoittelu alkaa nykytila-analyysillä. Raportissa käydään läpi, kuinka historiallisista syistä pääosassa verkkoyhtiöistä siirtohinnoittelu rakentuu kahdesta komponentista: energiaperusteinen muuttuva osa ja kiinteä kuukausittainen perusmaksu. Joillakin yhtiöillä perusmaksu on lisäksi porrastettu sähkönkäyttöpaikan sulakekoon mukaan. Sähköverkkoyhtiöiden kustannukset ovat suurimmilta osin kiinteitä investoinneista ja pääoman sitoutumisesta aiheutuvia. Tämän vuoksi monet yhtiöt ovat nostaneet perusmaksun osuutta ja samalla vähentäneet energian määrästä riippuvaisen maksun osuutta. Tämä toimenpide tekee hinnoittelusta kustannusvastaavampaa, mutta samalla se myös vähentää asiakkaan mahdollisuuksia vaikuttaa laskuunsa. (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2018)

Nykyinen keskustelu liittyy sähkönsiirtomaksujen muuttaminen enemmän teho- ja kustannusteiseksi, sillä jakeluverkot mitoitetaan huipputehon mukaan. Tämä kohdistaisi kustannukset kustannusvastaavammin kuin pelkkä energiamaksu ja perusmaksu sekä antaisi asiakkaalle enemmän mahdollisuuksia vaikuttaa omaan siirtolaskuunsa. (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2018)

Tavoitteena olisi kehittää hinnoittelu, joka pienentää kulutuksen huipputehoa vähentäen jakeluverkkojen investointitarvetta tai lykätä sen tekemistä. Oikein suunniteltuna tehokomponentin lisäämisellä saavutettaisiin kustannusvastaavampi hinnoittelu kuin nykyisin energiaperusteisella hinnoittelulla. Tähän on tarvetta, kun sähkön hinnan perusteella tapahtuva kysyntäjousto ja tulevat teknologiat tulevat laajemmin saataville (sähköautot ja niiden latauspisteet esimerkiksi). Tämä voi aiheuttaa huomattavia kulutustehon nousuja jakeluverkkoon. Sähkön pörssihiinnan perusteella tapahtuva jousto voi kuormittaa Honkapuron ym. tutkimuksen mukaan jakelumuuntajia huomattavasti enemmän, ellei huipputehoa voida hillitä. Kuva 6 esittää jakelumuuntajien kuormitusasteet. (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2018)



KUVA 6. Jakelumuuntajien kuormitusasteet (Honkapuro, ym., 2017)

Raportissa huomioidaan kuitenkin, että tehokomponentin ottaminen käyttöön kaikille asiakkaille ei ole täysin ongelmaton. Mahdollisuudet joustaa tehoissa ovat osalle asiakkaista pieniä, esimerkiksi kerros- ja rivitaloasunnoissa asuvat, jotka on lämmitetty kaukolämmöllä, sillä heidän huipputehon määrävä tekijä voi olla saunan kiuas. (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2018)

Tehopohjainen hinnoittelu on jo nykyisin mahdollista tehdä sähkömarkkinalain puitteissa. Tarvittaviksi muutoksiksi raportissa kerrotaan, kuinka tärkeää on tehdä tehokomponentin käyttöönotto hallitusti merkittävien asiakasvaikutuksien vuoksi. Asiakslähtöinen ja aktiivinen viestintä sekä neuvonta mainitaan tärkeiksi, sillä monille tehon käsite ei ole tuttu ja silloin asiakkailla ei ole täyttä ymmärrystä mitä uusi komponentti tarkoittaa. Myös kantaverkkomaksujen rakenne on tarkastelun kohteena, sillä nykyisin ne ovat energiaperusteisia ja tähänkin voi olla tulossa muutoksia. (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2018)

Helen sekä LE Sähköverkko ovat ottaneet käyttöön pienjänniteasiakkaan tehopohjaisen hinnoittelun vuonna 2017. Helen lisäsi tehomaksun kaikille aikasiirtoasiakkailleen. LE Sähköverkko loi rinnakkaiset tariffirakenteet, joissa toisessa on tehomaksut mukana ja toisessa ei.

Keskeisinä ehdotuksina työryhmä esitti seuraavat:

"Työryhmä katsoo, että asiakkaalla tulee olla jatkossakin mahdollisuuksia vaikuttaa omaan siirtolaskuunsa ja että siirtomaksun tulee olla tasapuolinen ja syrjimätön."

"Työryhmä suhtautuu positiivisesti kiinteän maksun korvaamiseen sellaisella tehokomponentilla, jonka avulla asiakkaalla on paremmat mahdollisuudet vaikuttaa siirtolaskuunsa. Tehokomponentin vaikutukset ja soveltuvuus eri asiakasryhmiin vaativat lisäselvityksiä."

"Jakeluverkkopalveluiden maksurakenteiden muutoksissa on huolehdittava aktiivisesta, asiakaslähtöisestä ja oikea-aikaisesta viestinnästä ja neuvonnasta." (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2018)

Seuraava aihe oli verkkopalvelun maksurakenteiden harmonisointi. Tällä tarkoitetaan jakeluverkkoyhtiöiden siirtopalvelun hinnoittelurakenteiden harmonisoimista samankaltaisiksi toistensa kanssa, jotta niistä saadaan helpommin ymmärrettävimpiä ja asiakkaalla sekä sähkönmyyjillä on suurempi käsitys eri jakeluverkkoyhtiöiden hinnoittelun eroista.

Huomioitavina kohtina mainitaan monenlaiset rakenteet hinnoitteluissa eri aika- ja kausijaotuksineen, jotka vaikeuttavat asiakkaiden maksujen ymmärrettävyyttä ja verkkomaksujen vertailtavuutta. Muutosten viestintä voi myös osoittautua hankalaksi, jos siirtohinnoittelurakenteet poikkeavat merkittävät yhtiöittäin. (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2018)

Tavoitteena koetaan tilanne, jossa tehopohjainen siirtohinnoittelu olisi valtakunnan tasolla harmonisoidut, joka edistäisi kysyntäjoustopalveluiden tarjontaa ja alentaisi niiden hintaa samalla helpomman saatavuuden vuoksi. Muina etuina olisi siirtohinnoittelun ymmärrettävyyden parantuminen asiakkaalle. Verkkoyhtiöiden on silti pystyttävä itse päättämään hinnoittelunsa taso, sillä yhtiöt operoivat erilaisissa ympäristöissä. (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2018)

Harmonisoinnista työryhmä esitti seuraavan mietteen:

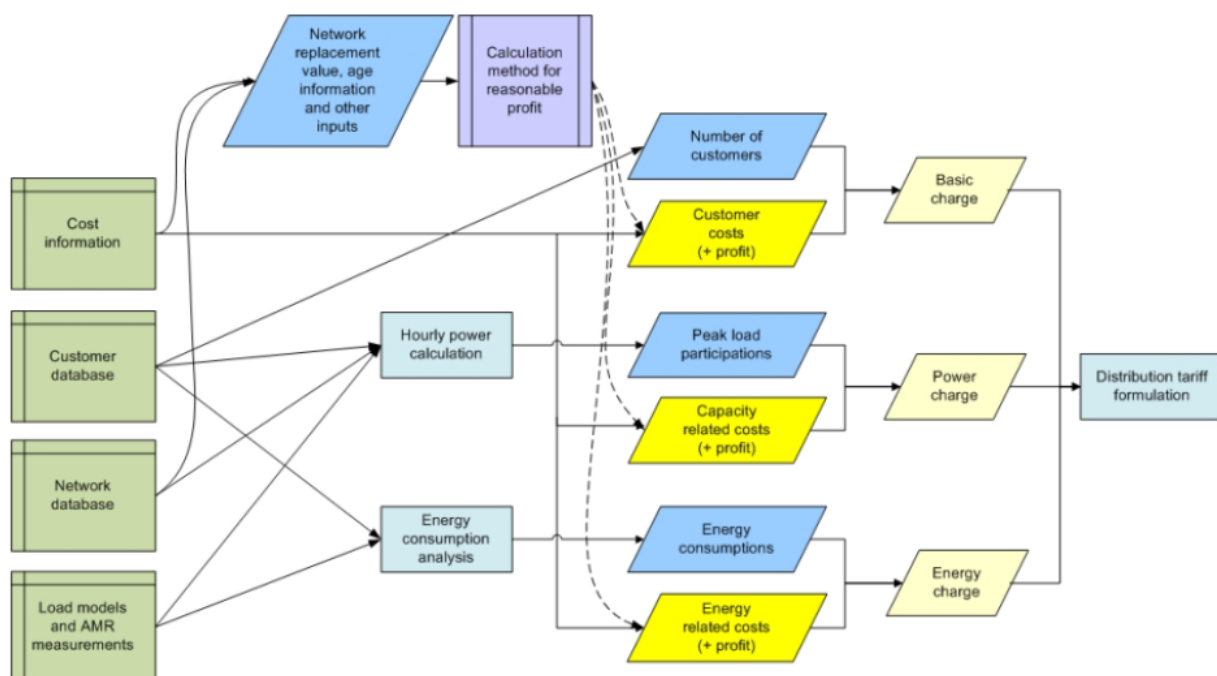
"Jakeluverkkojen siirtohinnoittelun yleiset rakenteet ja muutosten siirtymäajat tulee harmonisoida lainsäädännössä tai viranomaisen määräyksen myöhemmin määriteltävällä tarkkuudella." (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2018)

Varsinkin viimeisessä lausunnossa mainittu lainsäädännön ja viranomaisen määräysten mukaantulo asettaa KSV:n tariffienkehitykselle tiettyjä huomioitavia asioita. Liiketoiminnan suunnittelussa ja tariffien kehityksessä kannattaa ottaa huomioon työryhmän keskeiset ehdotukset, jotta mahdollisten lainsäädännön muutosten myötä yhtiö on valmistautunut lakien vaatimiin muutoksiin ja uudet tariffirakenteet noudattelevat jo valmiiksi mahdollisia vaatimuksia. Siirtyminen tulevaisuudessa harmonisoituun siirtohinnoittelun rakenteeseen tulisi olla mahdollisimman vaivatonta sekä asiakkaalle vain kohtuullisia hintamuutoksia aiheuttavaa.

7 SIIRTOHINNOITTELUN LASKENTAPROSESSI

Siirtohinnoittelun muodostuminen vaihtelee yhtiöittäin, mutta samat vaiheet toistuvat jokaisessa: kulutusanalyysi, kustannusanalyysi, kustannusten jako ja siirtotuotteiden rakentaminen. Tähän ei ole olemassa yhtä oikeaa laskentatapaa, vaan verkkoyhtiöllä on vapaus hinnoitella siirtohinnastonsa oman tapansa mukaan. Syy tähän johtuu verkkoyhtiöiden erilaisista toimintaympäristöistä sekä erilaiset asiakas- ja kustannusrakenteet. Verkkoyhtiöt ovat kuitenkin velvoitettuja julkaisemaan Energiavirastolle oman hinnastonsa määräytymisperusteet sekä hinnoitteluun käytetyt keinot. (Lummi;Järventausta;Mäkinen;& Mutanen, 2014)

Eri prosesseja millä tavalla edetä siirtohinnoittelussa on useita, mutta aiheuttamisperiaatteen mukaisen prosessin askelemerkit voivat mennä kuvan 7 mukaisesti.

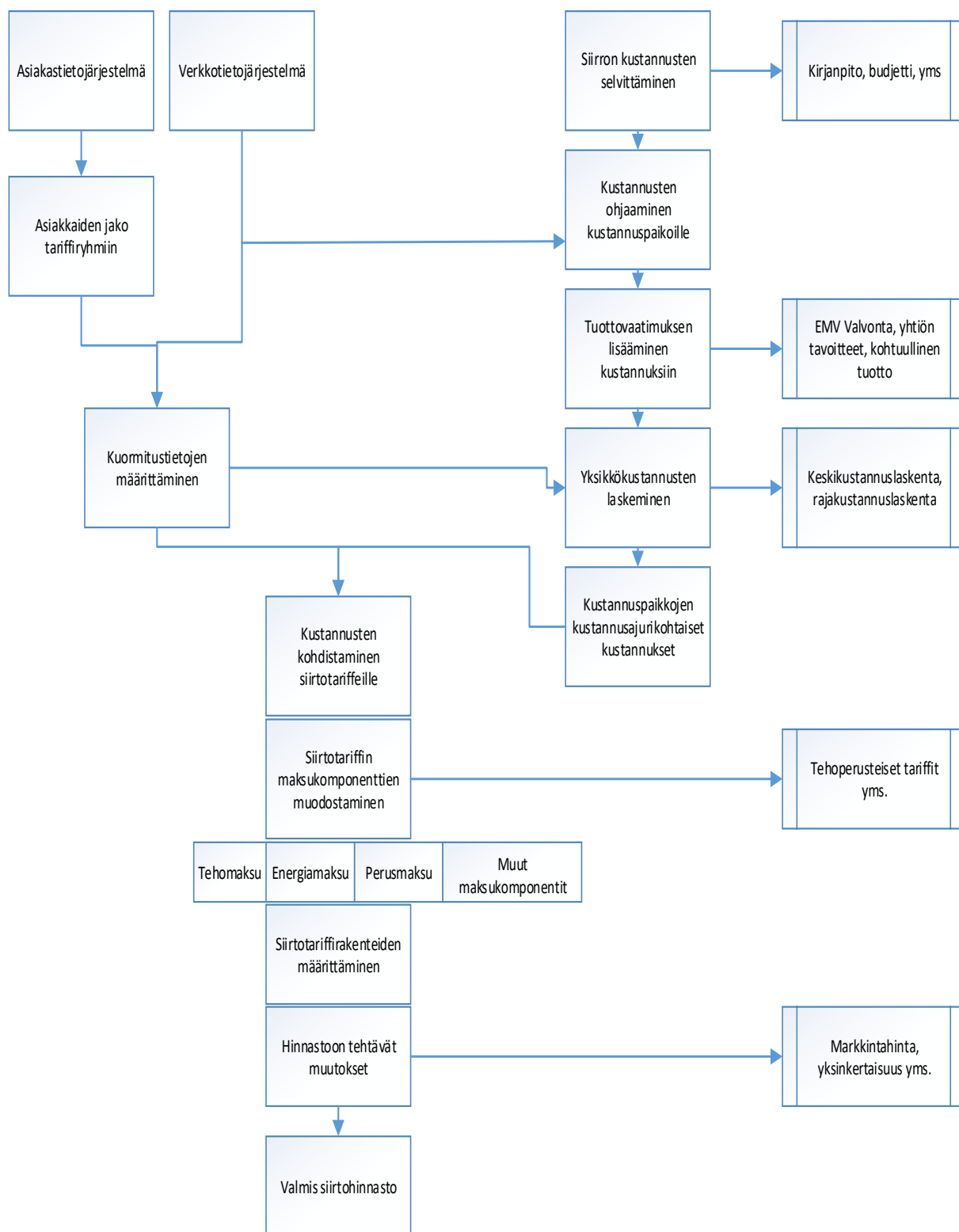


KUVA 7. Hinnoittelu aiheuttamisperusteisesti (Lummi;Järventausta;Mäkinen;& Mutanen, 2014)

Ensimmäisenä asiakkaat pitää jakaa omiin tariffiryhmiinsä, mutta tämä on käytännössä tehty, kun asiakkaat on laitettu eri siirtotuotteiden alle. Tiedot näistä saadaan asiakastietojärjestelmästä. Seuraavaksi on vuorossa kulutusanalyysi, missä tutkitaan asiakas- ja siirtotuoteryhmien sekä verkon eri osien kuormituskäyttäytyminen valitulla tarkasteluajanjaksolla. Kulutusanalyysin jälkeen voidaan tehdä kustannusanalyysi, millä voidaan selvittää verkkoyhtiön siirtotoiminnasta aiheutuneet kustannukset ja kohdistaa ne eri kustannuspaikoille. Näiden jälkeen voidaan kohdistaa kustannukset eri siirtotuotteiden hinnoittelukomponentteihin (perusmaksu, energiamaksu, tehomaksu) joiden tulokset toimivat pohjana siirtohinnastolle. (Apponen, 2016)

Näiden laskentojen tulokset eivät anna suoraan käytettävää siirtohinnastoa, vaan tulokset toimivat pohjana varsinaisen hinnaston muodostamiselle, jossa otetaan huomioon verkkoyhtiön markkinatavoitteet sekä lopullisessa hinnoittelussa huomioidaan asiakasvaikutukset.

Alla olevassa kuvassa 8 on esitettyä mukaillen Kimmo Lummin diplomityössään tekemää kaaviota siirtohinnoittelun muodostamisesta, jossa on otettu huomioon työvaiheet lopullisen siirtohinnoituksen muodostamiselle.



KUVA 8. Sähkön siirron hinnoitteluprosessikaavio (Lummi, 2013)

Tässä työssä käytetään edellä mainittuja prosesseja taustalla ohjaamassa laskentasovelluksen rakentamista, jota käsitellään tarkemmin kappaleessa 9.

7.1 Kulutusanalyysi

Kulutusanalyysillä selvitettävänä asioina ovat jakeluverkon ja sen eri osien kuormitukset sekä asiakastai siirtotariffiryhmien osallistuminen näihin kuormituksiin. Tämän tarkoituksena on taata pohja sille, että siirtotoiminnasta aiheutuvat kustannukset saadaan jaettua asiakasryhmille mahdollisimman aiheuttamisperusteisesti. Selvitettävänä asioina ovat verkonosien läpi menevät energiamäärät, tuntikeskitehot ja huipputehot sekä niiden ajoittuminen. Tulevaisuuden tapahtuvat kuormitustilanteiden muutosten ennustaminen kuuluu myös kulutusanalyysiin. (Lummi, 2013)

Aikaisemmin kuormituksia on mallinnettu kuormitusmallien mukaan, jotka kuvaavat eri tyyppikäyttäjryhmien kuormituskäyttäytymistä. Etäluennan myötä myös kuluttaja-asiakkailta on saatu tuntisarjat, ja niitä voidaan käyttää kuormituslaskennassa.

Kulutusanalyysia varten kerättiin asiakastietojärjestelmistä asiakaskohtaiset tuntisarjat ajalta 1.10.2016 – 30.9.2017. Tuntisarjat kerättiin aikasiirto-, pj-teho- ja kj-teho-asiakasryhmiltä. Yleissiirron asiakasryhmä on massana niin suuri, ettei sitä koettu tarpeelliseksi käsitellä käyttöpaikan omalla tuntisarjalla. Kyseisen ryhmän osalta kerättiin kuitenkin jokaisen käyttöpaikan ko. ajanjakson huipputeho. Aikasiirtoasiakkaat otettiin lähempään tarkasteluun, mistä on kerrottu enemmän kappaleessa 8.

Tuntisarjoista saatiin jokaisen asiakkaan tuntikohtaiset kulutukset ja tunnin keskitehot tarkasteluajalta, joista laskettiin myöhemmin kustannusanalyysissä tarvittavia tietoja eri verkonosan huipputehoista sekä verkonosien osallistumisesta koko verkon huipputehoon.

7.2 Kustannusanalyysi

Kustannusanalyysillä määritetään siirtotoiminnasta aiheutuneet erilaiset kustannukset. Lähtötiedot saadaan yhtiön kirjanpidosta, budjetti raporteista sekä tilinpäätöskertomuksista. Nämä kulut jaetaan eri toiminnoille joita voivat olla esimerkiksi

- Poistot, korko- ja muut rahoituskulut
- Häviöt
- Kantaverkkomaksut
- Asiakaskustannukset ja hallintokustannukset
- Operatiiviset kustannukset. (Apponen, 2016)

Tämän lisäksi kustannuksia pyritään kohdistamaan loogisesti verkon eri osiin tai toiminnallisiin kokonaisuuksiin. Yleisesti alalla kohdistamiseen käytettyjä toimintoja ovat muun muassa seuraavat.

- Mittaus ja laskutus (asiakaskustannukset)
- 110 kV verkko ja sähköasemat
- Keskijänniteverkko
- Jakelumuuntamot
- Pienjänniteverkko
- Muut verkkotoiminnan tukitoiminnot (tietojärjestelmät, työvälineet)
- Kantaverkkomaksut
- Häviösähkön hankinta
- Hallintokustannukset. (Lummi, 2013)

Kustannusrakenteet sekä kustannuspaikkojen määrittelyyn käytetyt periaatteet poikkeavat paljon eri verkkoyhtiöihin välillä ja tässä luvussa esitetyt kustannukset sekä kustannuspaikat ovat suuntaa antava esimerkki.

Kustannusten laskennassa sähkönsiirtotariffien tapauksessa käytetään joko raja- tai keskikustannusmenetelmää. Tässä työssä käytettävä menetelmä on keskikustannusmenetelmä, jossa siirtotoiminnan kustannukset jaetaan yhden vuoden kustannustietojen mukaan. Tämä on menetelmänä yksinkertainen sekä tuottaa luotettavia tuloksia, kun kustannukset kustannuspaikkojen välillä eivät vaihteile paljon vuosittain. (Lummi, 2013)

Rajakustannuslaskennassa selvitetään kustannusten kasvu, jos toiminta-astetta nostetaan yhdellä yksiköllä. Lisäkustannukset kasvavat, mitä lähempänä ollaan maksimisiirtokapasiteettia. Kustannukset lasketaan, kun kohdistetaan rajakustannukset peräkkäisten vuosien kustannuksiin pienimmän ne-liösumman matemaattisella menetelmällä, jossa sovitetaan regressiosuoran kulmakerrointa. Vuosien rajakustannukset saadaan keskenään vertailukelpoisiksi, kun ne muutetaan laskentavuoden rahanarvoon. Tämä menetelmä tuottaa tarkempia tuloksia kuin keskikustannusmenetelmä, mutta se vaatii enemmän lähtötietoja eri vuosilta ja tulevaisuuden ennusteet. Muuten eroja eri kustannuslaskentamenetelmien välille on vaikea saada. (Apponen, 2016) (Lummi, 2013)

7.2.1 Verkostokustannukset

Suurin osa sähkön siirron vuotuisista kustannuksista muodostuvat verkostokustannuksista, jotka sisältävät oman ja korollisen vieraan pääoman kustannukset sekä operatiiviset kustannukset.

Pääomakustannuksia syntyy verkon tarvitsemista investointien rahoittamisesta omalla tai vieraalla korollisella pääomalla. Verkon investoinnit jaetaan vuosittaisiin tasapoistoeriin verkkokomponenttien jälleenhankinta-arvojen (JHA) ja niiden pitoaikojen osamääränä. (Lummi, 2013)

Operatiiviset kustannukset tulevat verkkoyhtiön varsinaisesta toiminnasta. Näitä kuluja ovat henkilöstön palkkakustannukset, hallinnon kustannukset, kantaverkon liityntäpistemaksut ja verkon käyttökunnossapito- ja suunnittelukustannukset. (Lummi, 2013) Lisäksi on myös rakennuksien, tonttien ja muuntamoiden vuokrakustannukset.

7.2.2 Tuottovaatimus

Verkkoon sijoitetulle pääomalle voidaan myös laskea tuotto erillisenä komponenttinaan. Näin tehdessä verkostokustannuksia kohdistettaessa vaadittu tuotto jakautuu eri siirtotariffien asiakkaille verkostokustannusten suhteessa. Tämä tukee aiheuttamisperiaatteen perusteella tehtyä jaottelua verkostokustannusten tapaan. (Lummi, 2013)

Käytännössä tuotto voidaan myös periä jokaisen verkkoyhtiön oman päätöksen mukaan. Haluttu tuotto voidaan esimerkiksi ohjata asiakkaiden perus-, teho- tai energiamaksuihin halutussa suhteessa. (Lummi, 2013)

7.2.3 Sähköenergian siirrosta riippuvat kustannukset

Kantaverkkomaksut ja häviökustannukset voidaan ajatella johtuvan suoraan siirretyn sähköenergian määrästä. Fingrid veloittaa kantaverkkomaksut suoraan siirretyn sähköenergian mukaan. Nämä maksut koostuvat kulutusmaksuista (talviarkipäivä, muu aika) sekä kantaverkon otto- jaantomaksuista. Talven kulutusmaksu on yli kolmenkertainen muuhun aikaan verrattuna. Häviökustannukset taas riippuvat siirretyn energian määrästä ja suurempi kuormitusvirta johtaa suurempiin verkostohäviöihin. (Partanen, ym., 2015)

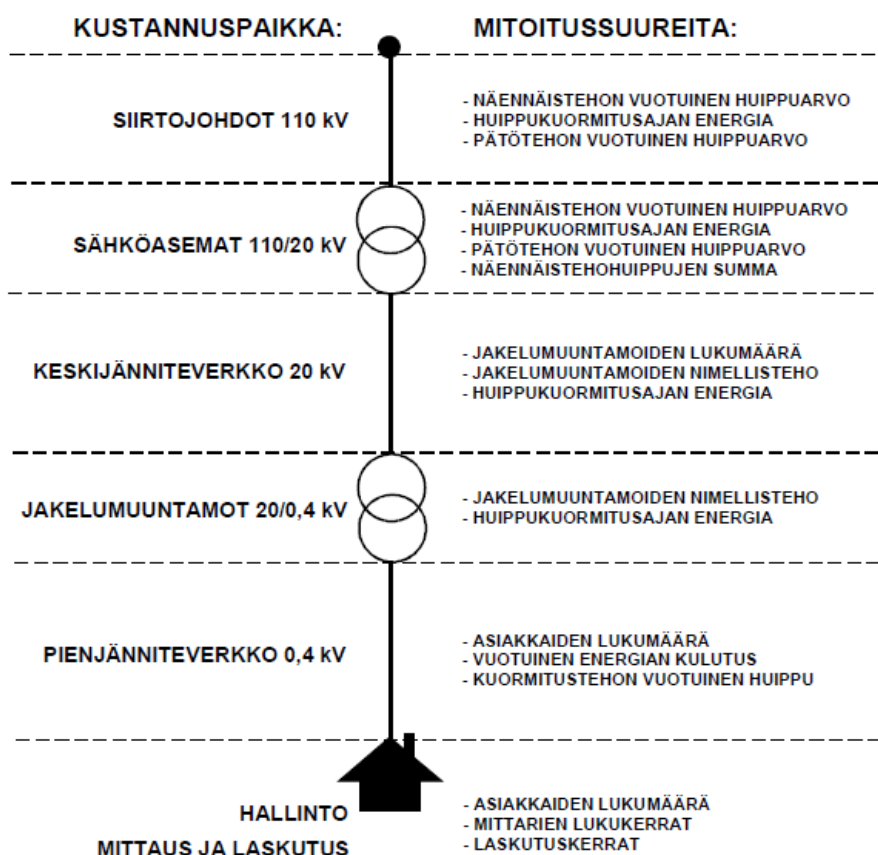
Kuormitushäviökustannukset voidaan laskea verkon eri osille jakamalla häviösähkön hankintahinta eri verkon osissa syntyneiden häviöiden energiamäärällä. (Apponen, 2016)

7.2.4 Asiakas- ja hallintokustannukset

Asiakaskustannuksiin kuuluvat esimerkiksi asiakaspalvelusta, mittauspalveluista, laskutuksesta ja tasehallinnasta johtuvat kustannukset. Markkinointi, kehitysprojektit ja henkilöstöasiat kohdistetaan hallintokustannusten kanssa yhteisesti asiakas- ja hallintokustannuksiin. Edellä mainitut ovat luonteeltaan kiinteitä ja asiakasmäärästä riippuvaisia. Tämän vuoksi niitä on usein kohdistettu tariffien perusmaksuihin.

7.3 Kustannusten jako kustannuspaikoille

Edellä mainitut kustannukset jaetaan edelleen kustannuspaikoille, joilta pystyy myöhemmin kohdistamaan eri kustannukset tariffiryhmille. Jokaiselle kustannuspaikalle on myös annettu joukko mitoitus-
suureita, joita voidaan käyttää apuna, kun määritellään millä tavoin kustannuksia jaetaan eri kustannuspaikoille. Energiankäyttö sekä huipputehot ovat eniten käytettyjä suureita. Kustannuspaikkojen jako sekä niillä mahdollisesti käytettävät mitoitus-
suureet on esitetty kuvassa 9.



KUVA 9. Kustannuspaikkojen periaatekuvio ja mitoitus-
suureet. Kustannukset jaetaan kuuteen eri
osaan jännitetasojen perusteella. (Partanen, 2016)

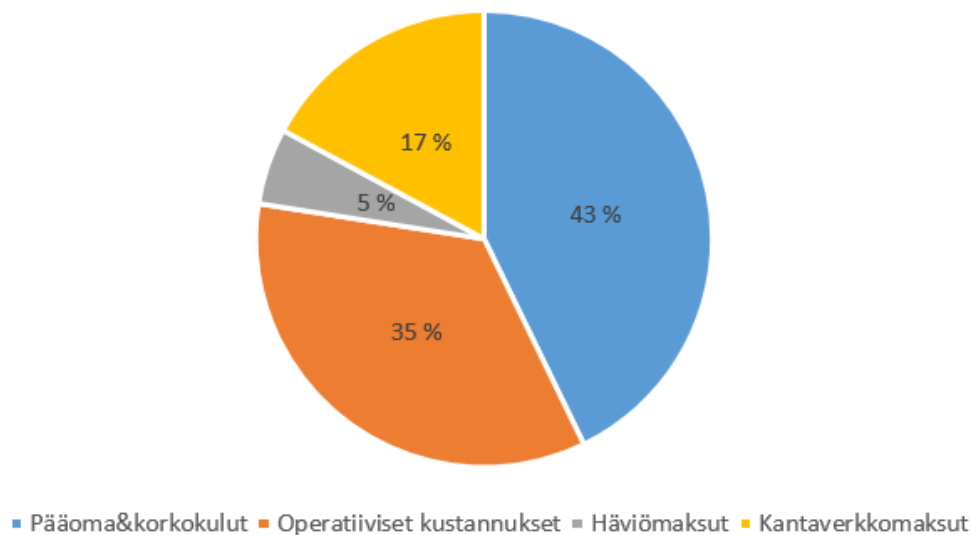
Kustannuspaikkoihin kustannuksia jaettaessa on muistettava sähkömarkkinalain vaatimus liittymispis-
tehinnoittelusta. Lisäksi kustannusvastaavaperiaate edellyttää jakamaan kustannukset niin, että asia-
kas maksaa vain sen osan, mitä käytetään asiakkaan tarvitseman sähkön siirtoon. Tästä käytetään
nimitystä siirtokanavamalli.

Esimerkiksi keskijänniteverkon asiakas maksaa keskijänniteverkon sekä 110 kV verkon kustannuksia.
Pienjänniteasiakas taas maksaa osan kaikilta jännitetasoilla aiheutuneista kustannuksista. Kustannus-
paikkoja tarkastellessa voidaan jakelumuuntamot liittää pienjänniteverkkoon, sähköasemien pää-
muuntajat sekä 20 kV komponentit liitetään keskijänniteverkkoon. 110 kV verkon osat sähköasemilla
liitetään taas suurjänniteverkkoon. (Suikkanen, 2016)

7.4 Kuopion Sähköverkon kustannukset

Verkkoyhtiön omat kustannukset jakaantuvat suhteellisesti kuvan 10 mukaisesti.

Verkkoyhtiön kustannusjakauma



KUVA 10. KSV:n kustannusjakauma. Kiinteitä kustannuksia on noin 78 %, kun taas energiamäärästä riippuvia kustannuksia vain 22 %.

Pääoma- ja operatiiviset kustannukset ovat luonteensa vuoksi suhteellisen kiinteitä eivätkä ne muutu huomattavasti vuosien kuluessa, joten niiden aiheuttamat kustannukset tulisi kerätä myöskin kiinteillä maksuilla. Operatiiviset kustannukset voidaan jakaa vielä pienempiin kustannuksiin kuten asiakas- ja hallintokustannuksiin, mitkä voidaan kohdistaa suoraan perusmaksuun. Tariffirakennemuutoksen myötä pääomakustannukset sekä osa operatiivisista kustannuksista tulisi kohdistaa tehomaksuun, sillä verkon kustannukset sitoutuvat hyvin pitkälti sen tarvitsemaan huipputehoon.

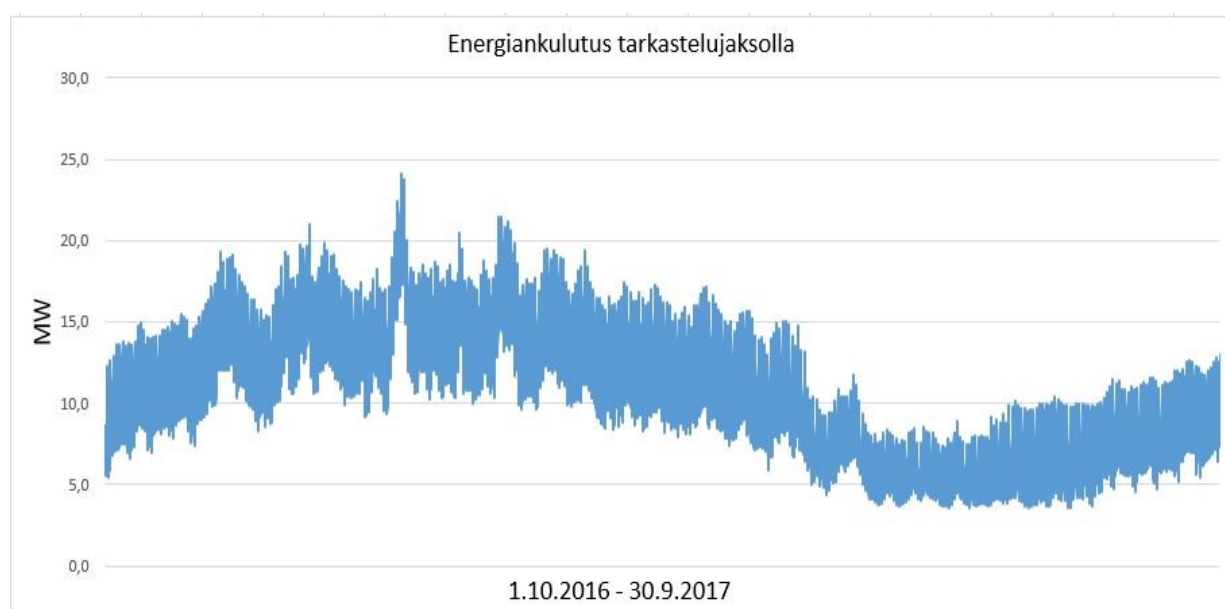
8 NYKYTILA-ANALYYSI ASIAKASRYHMÄSTÄ

Tarkasteluun otettiin noin 4000 aikasiirtoasiakasta. Tarkasteltava tieto saatiin mittaustietokannasta, josta kerättiin tuntikohtaiset kulutukset jokaiselle asiakkaalle ajalle 1.10.2016 – 30.9.2017.

Työssä haluttiin vertailla asiakasjoukon vaikutuksia verkkoon sekä asiakasjoukon sisällä olevia eroja. Tarkasteltavina asioina oli esimerkiksi vuosienergian käyttö, tariffiryhmän osallistuminen tulovirtaan, ryhmän osallistuminen verkon tulohippuun, kantaverkkomaksun käyttäytyminen eri ajanjaksoissa sekä yö- ja päivähinnoittelun vastaavuus.

8.1 Vuosienergiankäyttö

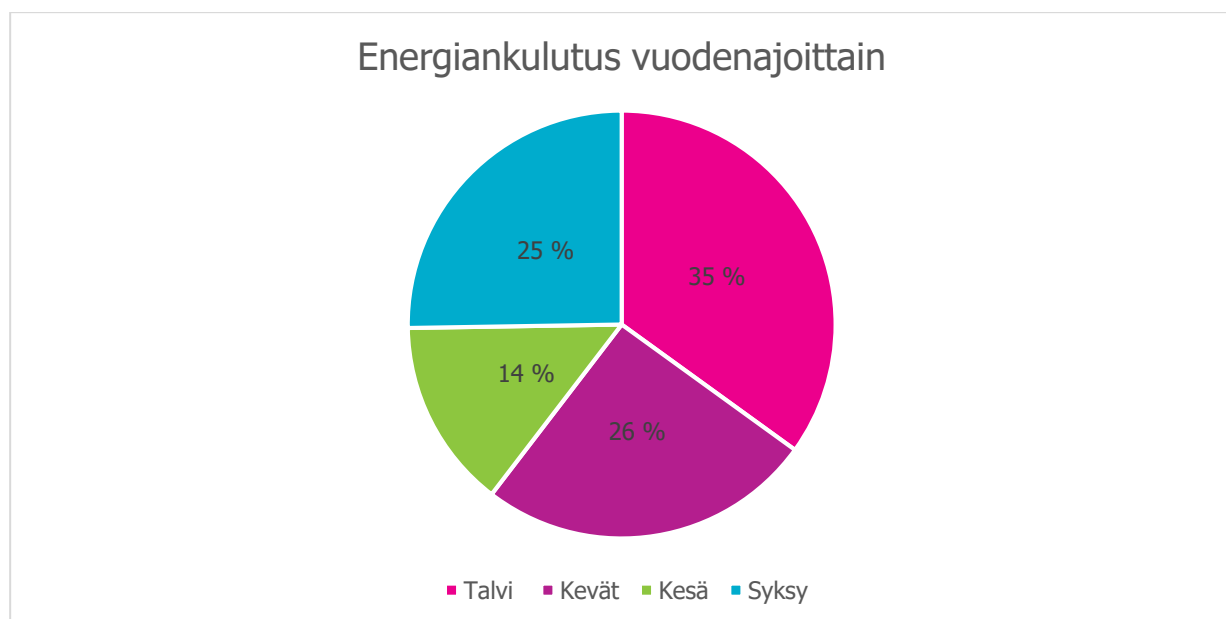
Asiakasryhmän vuosienergiankäyttö ko. mittausjaksolla oli 88,3 GWh. Alla oleva kuva 11 esittää kulusryhmän kulutusta tarkastelujaksolla.



KUVA 11. Aikasiirron asiakkaiden energiankulutus

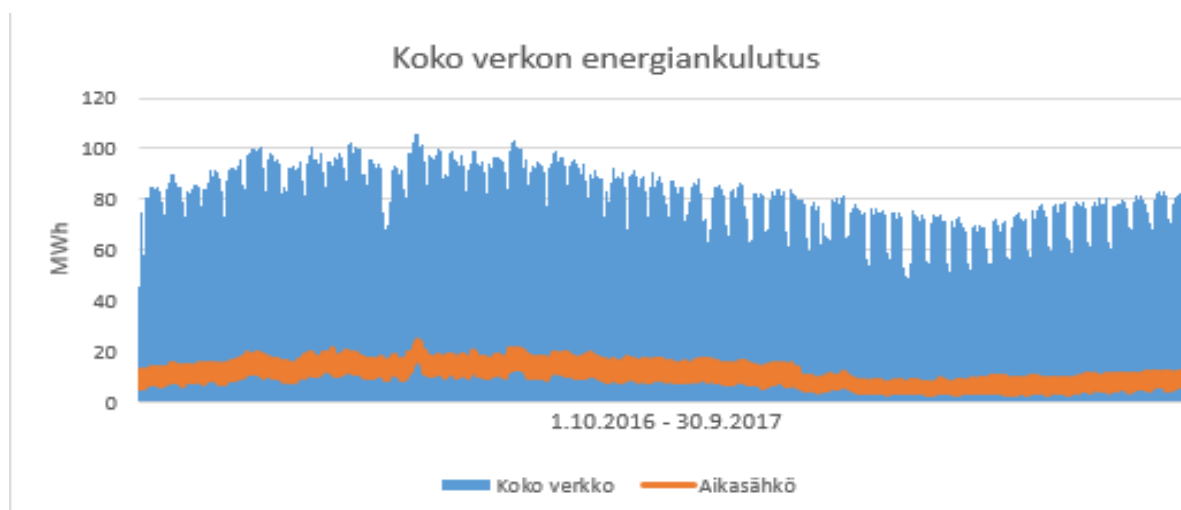
Aikasiirron asiakasryhmän suurin kulutus ajoittui kylmille talvikuukausille ja matalin kulutus taas kesälle. Syynä tähän on aikasiirtoasiakkaiden asiakasrakenne; suurin osa on sähkölämmitteisiä taloja. Heidän kulutuksensa on siis lämpötilariippuvainen.

Kuvassa 12 energiankulutus jaetaan vuodenaikojen mukaan, jonka tuloksista voidaan havaita, kuinka energiankäyttö käyttäytyy vuodenaikojen välillä.



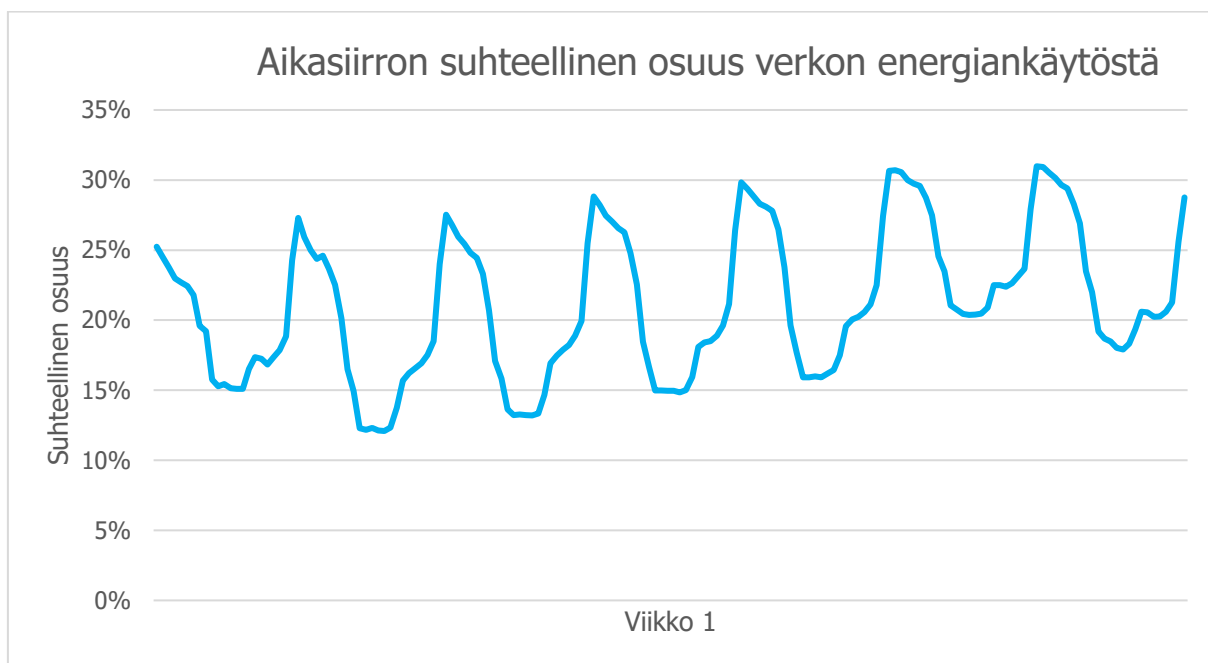
KUVA 12. Energiankulutus vuodenaikojen mukaan

Seuraavaksi tarkasteltiin tariffiryhmän energiankäytön osuutta koko verkon energiankäytöstä. Kuvasta 13 nähdään, että tariffiryhmä käyttää vuoden aikana energiaa suhteellisen tasaisesti koko verkkoon nähden.



KUVA 13. Energiankulutusosuudet aikasiirron asiakasryhmällä

Kun tarkastellaan tariffiryhmän suhteellista osuutta energiankäytöstä, huomataan, kuinka talvikuu-kausina aikasiirron osuus on 10-30 % välillä. Vaihtelu on melko suuri. Syy tähän vaihteluun on aikasiirtoryhmän energiankulutuksen painottuminen yöaikaan, jolloin muu verkon kulutus on pieni. Tämä johtuu talojen sähkölämmityksen ohjauksesta. Kuvassa 14 on piirretty tariffiryhmän osuus verkosta tammikuun ensimmäisellä viikolla.



KUVA 14. Aikasiirron suhteellinen osuus verkon kokonaisenergian käytöstä

Tariffiryhmän energiankulutuksen keskiarvoksi koko verkon vuoden energiankulutuksesta muodostuu 15 %. Tätä tietoa voidaan käyttää, jos kustannuksia halutaan tarkastella kulutetun energian perusteella, esimerkiksi ryhmän osallistuminen energian määrästä riippuviin kustannuksiin.

Asiakkaiden yksilöllisten vuosienergioiden tarkastelussa huomataan, kuinka suurin osa asiakkaista sijoittuu noin 20 000 kWh vuosikulutukseen. Yli 60 000 kWh vuodessa kuluttavia asiakkaita on 3 % koko ryhmän asiakasmäärästä. Vertailusta piirrettiin käyrä, joka on kuvassa 15.



KUVA 15. Vuosienergiat käyttöpaikoittain

8.2 Tariffiryhmän osallistuminen tulovirtaan

Vuoden 2016 kirjanpidon mukaan koko siirtotoiminnan tulot olivat noin 15 miljoonaa euroa. Aikasiirron tulot laskettiin tarkastelujakson tuntisarjoista, joista saatiin eroteltua päivä- ja yöenergian osuudet ja niistä tiedoista laskettiin energiamaksut vuoden 2017 hinnastoilla. Perusmaksut laskettiin kertomalla perusmaksu asiakasmäärällä.

8.3 Ryhmän osallistuminen tehohuippuun

Tarkasteltavan ryhmän osallistumien tehohuippuun on tärkeä työvaihe, sillä sähköverkko mitoitetaan huipputehon mukaan ja Suomessa ollaan siirtymässä tariffirakenteissa enemmän kustannusvastavampaan muotoon. Älyverkkotyöryhmä ehdottaa tehokomponentin käyttöönottoa myös pienjänniteasiakkailla. Verkko toiminnan kustannuksista voidaan jakaa eri asiakasryhmille heidän huipputehojensa suhteessa, kuten tasapoistot.

Tehohuippuun osallistumista määrittäessä on päätettävä, millä perusteilla osallistuminen tehohuippuun otetaan huomioon. Yksi tapa on laskea jokaisen tariffiryhmän yksittäinen tehohuippu erikseen. Tässä ongelmana on, etteivät nämä tehohuiput välttämättä ajoitu koko verkon huipputehon aikaan. Esimerkiksi kj-teholla kyseisen ryhmän huipputeho on jäähdytystarpeesta johtuen kesällä, kun taas koko verkon huipputeho ajoittuu talven kylmään ajanjaksoon. Toinen tapa on laskea verkon huippuajankohdalta tariffiryhmien senhetkiset kokonaistehot, jolloin lopputuloksena saadaan tariffiryhmien osallistuminen verkon huipputehoon. Kolmantena voidaan käyttää myös talvipäivien tehohuippujen keskiarvoa. Alla esitetyssä taulukossa on listattu jokaisen kolmen tehohuipun laskentatavan tulokset.

TAULUKKO 3. Verkon tehohuippujen tulokset

	Koko Verkko	kj-teho	Aikasähkö	pj-teho	Yleissiirto
	MW	MW	MW	MW	MW
Kaikkien huiput	106	36,1	23,8	27,2	38,56
%		34 %	22 %	31 %	42 %
Verkonhuippuaika	106	30,5	20,7	22,56	32,18
%		29 %	20 %	21 %	30 %
Talvip. keskiarvo		24,5	14,3	17,6	21,3
%		31 %	19 %	22 %	27 %

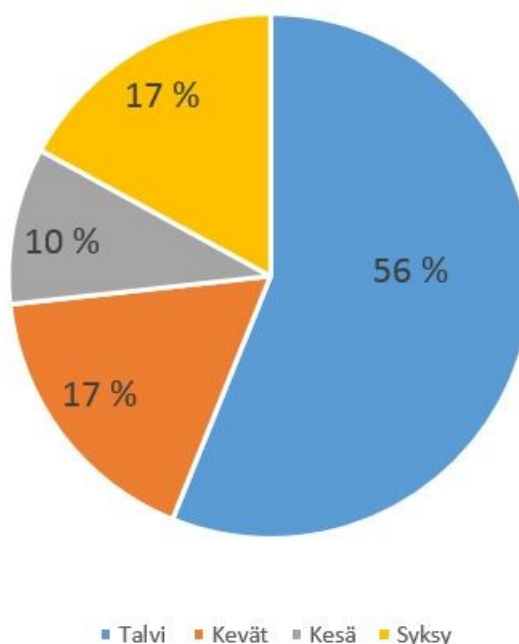
Suhteellisia prosenttiosuuksia tarkasteltaessa nähdään, kuinka erot eri tavoilla laskettaessa vaihtelevat pj-teho- ja yleissiirtoryhmillä reilusti, mutta kj-teho- ja aikasähköryhmillä vaihtelua on vain muutama prosentti.

8.4 Kantaverkkomaksun käyttäytyminen eri ajanjaksoissa ja kustannusvastaavuus

Seuraavassa osuudessa haluttiin tarkastella aikasiirtotariffiryhmän osallistumista kantaverkkomaksuihin sekä niiden kustannusvastaavuutta. Samalla myös tarkasteltiin yö- ja päivähinnoittelun vastaavuutta Fingridin hinnoitteluun.

Kantaverkkomaksuista tarkasteluun otettiin kulutusmaksut, mitkä voi suoraan kohdistaa kulutetun energian suhteessa. Kantaverkosta otto- jaantomaksuja ei käsitelty. Tarkastelua varten asiakasryhmän energiankulutus jaettiin neljään vuodenaikaan. Samalla laskettiin talviarkipäivään liitetyt kulutukset kantaverkkomaksujen aikajaottelun mukaisesti. Talviarkipäivä- ja muu aika maksut talvikuukausien ajalta summattiin yhteen. Laskennan tulokset ovat kuvan 17 mukaiset.

Kantaverkkomaksujen osuudet



KUVA 17. Kantaverkkomaksujen jakaantuminen

Talviarkipäivän kulutusmaksu on 9 euroa / MWh, jonka vaikutus talven maksujen osuuteen on suuri. Kevään ja syksyn lämmitystarve asunnoilla näkyy suhteellisen samoina kulutusmaksuina, mutta kesän osuus jää pienemmäksi, sillä silloin tariffiryhmällä ei ole tarvetta käyttää niin paljoa energiaa lämmitykseen. Kustannusvastaavuuden näkökulmasta saadut tulokset noudattelevat oletettua lopputulosta, energia on kalleinta talviaikaan ja Fingridin määrittelemällä talviarkipäivä ajalla.

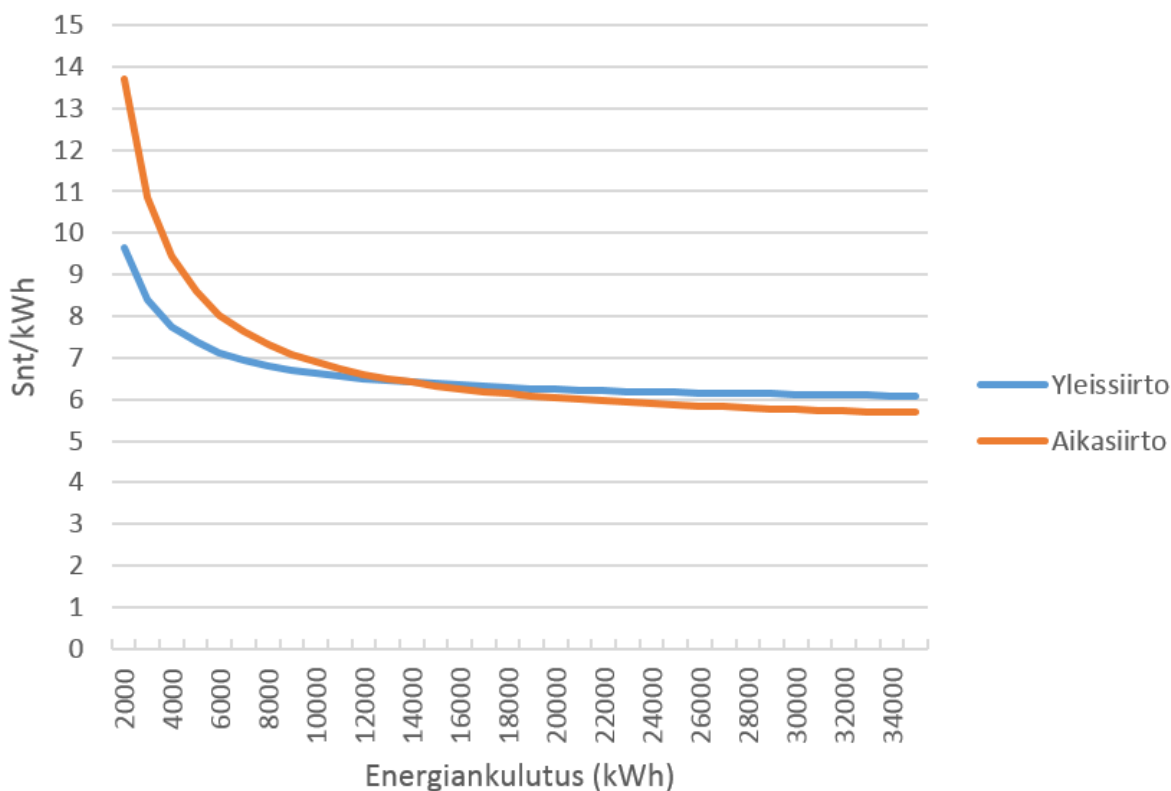
Nykyisessä siirtohinnoittelussa KSV:lla ei ole eritelty kulutusmaksuja talviarkipäivälle, mikä ei takaa kustannusvastaavuutta kantaverkkomaksujen osalta tarkasteltaessa yksittäistä vuodenaikaa.

Jos hinnastoa muutettaisiin vastaamaan Fingridin hinnoittelua, saataisiin energiankulutuksen osalta kustannusvastaavampi rakenne, sillä talviarkipäivä on kovin kulutusaika Suomessa ja siltä ajalta ener-

giansiirtojen käytöstä enemmän laskuttaminen toisi ohjausvaikutusta asiakkaalle. Talviaikana energiaa käytetään kuitenkin vain 35 % kaikesta käytetystä energiasta, mutta tämä luku on suuresti riippuvainen talven lämpötiloista. Tällaisen hinnaston käyttäminen toisi monimutkaisuutta asiakkaalle, sillä heillä pitäisi olla hyvä käsitys siitä, miksi energian hinta on suurempi tiettyjen kuukausien tiettyjen tuntien aikaan.

8.5 Tariffiryhmien keskihinnan analysointi

Keskihinnan analysoinnissa muodostetaan tuotteiden keskihinnat snt/kWh kuten energiavirasto tekee tyyppikäyttäjähinnastot vertailussa, joiden avulla pystytään vertailemaan eri yhtiöiden siirtotuotteita toisiinsa. Tässä analyysissä haluttiin nähdä, kuinka hinnasto käyttäytyy eri energiamäärillä ja milloin esimerkiksi aikasiirron tuote on halvempi kuin yleissiirron tuote. Hinnat laskettiin eri vuosien energiankulutuksilla, 2000 – 35 000 kWh ja näistä rakentuu käyrät, joista näkee leikkauspisteen.



KUVA 18. Keskimääräiset siirron hinnat

Ylläolevien käyrien mukaan tariffien leikkauspiste on noin 14 000 kWh vuosikulutuksen kohdalla, minkä jälkeen aikasiirron tuote muodostuu halvemmaksi kuin yleissiirto.

9 HINNOITTELUSOVELLUKSEN KEHITTÄMINEN

Siirtohinnoittelun muodostusta varten rakennettiin Excel-pohjainen sovellus, jolla pystyy suorittamaan edellä läpikäydyt kustannusanalyysit, kustannusten jaon kustannuspaikoille, liikevaihdon muutosten analyysiä sekä uusien siirtohintojen kehitystä ja niiden vaikutusten arviointia. Sovellus pyrittiin tekemään mahdollisimman modulaariseksi sekä säädettäväksi, jossa käyttäjällä on mahdollisuus vaikuttaa laskentaan erilaisia liukukytkimiä sekä valintoja käyttämällä.

Lähtötietoina sovellukseen syötetään kirjanpidon vuosiraportti, verkon häviöt, siirretyt energiat ja asiakasmäärät. Sovellukseen voidaan syöttää myös Energiaviraston valvontatietojärjestelmästä löytyvät verkon rakennetiedot, joista saadaan eri komponenttien JHA, NKA sekä tasapoistot.

Näitä käytetään apuna, kun kustannuksia jaetaan eri kustannuspaikoille ja ohjelma ehdottaa käyttäjälle suositellut osuudet taustalla tapahtuvan laskennan tuloksista. Kustannusten jako on jaettu neljään osuuteen, joita ovat tasapoistot & korkokulut, operatiiviset kustannukset (opex), häviömaksut sekä kantaverkkomaksut. Esimerkki kustannusten jaosta pääomakustannuksilla, joita ovat tasapoistot sekä korkokulut, on esitetty kuvassa 19.

Kustannusten jako, tasapoistot+korkokulut		Ehdotus %
Siirto 110kV	8 %	8 %
Sähköasemat	9 %	9 %
KJ-verkko	20 %	20 %
Jakelumuuntamot	13 %	13 %
PJ-verkko	30 %	29 %
Hallinto, mittaus	20 %	20 %
	100 %	

KUVA 19. Laskentasovelluksen kustannustenjako

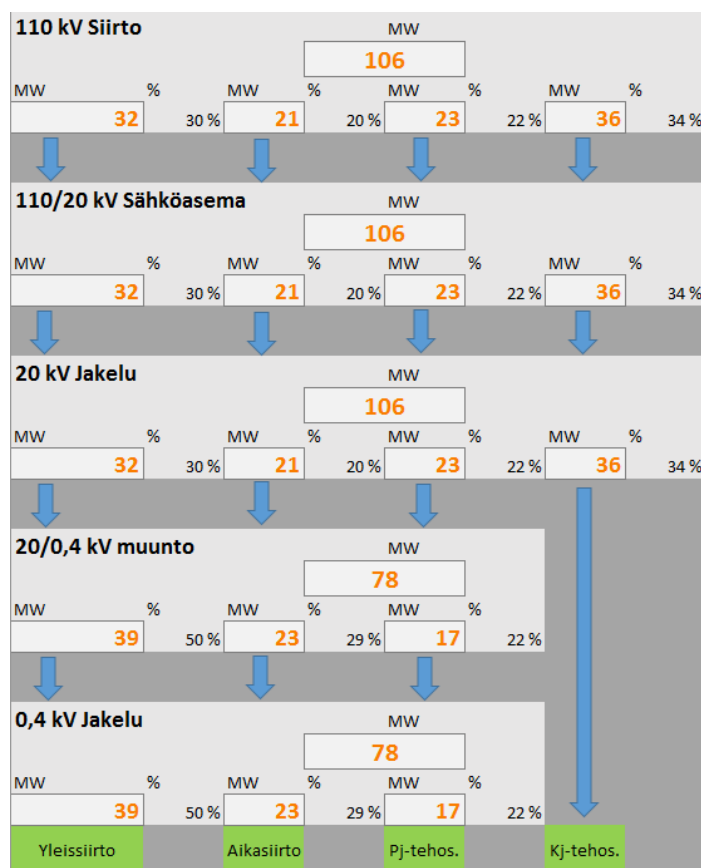
Käyttäjällä on mahdollisuus määritellä haluamansa kustannusten jaot, mutta ohjelma ehdottaa suositeltua prosenttiosuutta. Kun kustannukset on jaettu kustannuspaikoille, niitä voidaan ruveta jakamaan maksukomponenteille sekä määrittelemään mitkä osuudet kuuluvat kiinteihin maksuihin ja mitkä muuttuviin. Työssä määriteltiin sisäänrakennetut jaot, jotka ovat taulukossa 7.

TAULUKKO 7. Sisäänrakennetut kustannusten jaot

	Pääoma	Opex	Häviöt	Kantaverkko	Hallinto
Perusmaksu					X
Energiamaksu			X	X	
Tehomaksu	X	X			

Kustannusten määrittelyihin käytettiin sähköverkkoalan yleisiä käytäntöjä, jossa kustannukset pyritään kohdistamaan aiheuttamisperiaatteisesti oikeille maksuille. Kaikkia ennalta määriteltyjä arvoja pystytään muuttamaan käyttäjän toimesta ja sovellus itse antaa ainoastaan omat ehdotuksensa, jonka perusteella siirtohinnaston suunnittelija pystyy tekemään ratkaisuja.

Kun mittaustietojärjestelmästä haetaan käyttäjäkohtaiset tuntisarjat, voidaan ne syöttää sovellukseen, josta voidaan laskea eri jännitetasojen sekä käyttäjäryhmien osallistuminen teholuippuun, jonka perusteella voidaan jakaa tarkemmin kustannuksia aiheuttamisperusteisesti oikeille tariffeille. Sovellus piirtää havainnollistavan kuvan teholuippuun osallistumisesta, joka näytetään kuvassa 20.



KUVA 20. Visuaalinen kaavio teholuippuun osallistumisesta

Hinnoitteluosiossa rakennetaan siirtohinnoittelua käyttäen apuna kaikkea syötettyä tietoa. Sovellus antaa ohjeistuksia esimerkiksi seuraavista asioista:

- Kuinka paljon tietyn tariffiryhmän osallistuminen tulovirtaan pitäisi olla
- Eri maksukomponenttien suuruudet, jotta kustannusvastaavuus toteutuu
- Nykyisten ja uusien siirtohintojen vertailu
- Siirtohintojen muutokset ja tarvittavat korjaukset tavoitellun liikevaihdon saavuttamiseksi.

Hinnoittelussa voidaan käyttää joko prosenttikorotuksia tai vaihtoehtoisesti syöttää arvot käsin. Hinnoittelun muuttaminen tuottaa myös graafisen kaavion, josta voidaan tarkistaa, kuinka hinnoittelun muutos vaikuttaa käsiteltävän tariffiryhmän asiakkaisiin asiakaskohtaisesti. Käsiteltävinä suureina on käytetty absoluuttinen muutos (€ / vuosi) sekä suhteellinen muutos (% muutos / vuosi) vuoden maksuissa.

Lopuksi myös voidaan tarkastella yhteenveto-välilehteä, johon on kerätty tunnuslukuja tariffisuunnittelusta ja niistä on piirretty myös visuaalisia kaavioita, joilla muutosten vaikutuksia voi arvioida.

10 TARIFFIRAKENTEIDEN VERTAILU

Tutkittavana kohteena oli aikasiirron tariffirakenne ja sen muutos, jossa tehotariffi otettaisiin käyttöön asiakasryhmälle. Tarkasteluun otettiin hinnoittelu muutamalla eri periaatteella suoritettuna: kustannusvastaavuuden mukainen hinnoittelu, nykyistä rakennetta mukaileva hinnoittelu tehomaksu lisätynä sekä vuodenaikajako, perusmaksu siirretty tehomaksuun ja lopuksi hinnoittelu jossa osa perusmaksusta on siirretty tehomaksuun. Hinnoittelut on käyty läpi omina kappaleinaan. Vertailuissa on rajattu pois tariffijoukosta käyttöpaikat, jotka voisivat sopia paremmin toiselle tariffille kuin aikasiirrolle. Kaikki asiakkaat on myös tulevaisuudessa järjestetty niin, että vähiten energiaa siirtäneet on kuvattu kuvaajan vasemmassa reunassa. Liikevaihtotavoite pidettiin samana kuin nykyisessä vertailuryhmässä.

Tehdyt vertailut ja laskennat sisältävät asiakaskohtaista tietoa, joten ne on annettu ainoastaan yrityksen sisäiseen käyttöön.

10.1 Päätelmät

Kun tarkastellaan viittä erilaista tariffirakennetta, voidaan nähdä, kuinka erilaiset hintojen muodostumisperiaatteet vaikuttavat käsiteltävän tariffiryhmän hintoihin. Kustannusvastaavuuden mukaisella hinnoittelulla, jossa tehomaksun osuus on suuri, oli asiakkaiden kokemat muutokset selvästi suurimpia. Tämänkaltaista hinnoittelun muutosta ei voi tehdä järkevästi yhdellä kertaa, sillä maksujen muutokset asiakkaille vaihtelisivat ± 50 % välillä liikaa.

Nykyiseen hinnastoon tuotiin tehomaksu pienellä osuudella ja tehomaksun tuoma positiivinen liikevaihto otettiin energiamaksuista. Tästä voi havaita, kuinka absoluuttiset muutokset ovat huomattavasti maltillisempia. Paljon energiaa käyttäneet hyötyvät eniten ja heidän siirtolaskunsa pienenee. Suhteelliset muutokset rajoittuvat valtaosin ± 10 – 20 % väliin ja tutkitun kaltainen hinnoittelu olisi mahdollista toteuttaa helposti, sillä asiakaskohtaiset muutokset eivät ole liian suuria.

Kolmantena jatkettiin edellä mainittua tariffirakennetta, mutta sitä muokattiin lisäämällä tehomaksuihin vuodenaikajako. Tarkoituksena oli antaa enemmän vaikutusmahdollisuuksia sähkönkäyttäjälle omaan tehokkuuteensa ja tämä suoritettiin jakamalla vuoden kuukaudet kesä- ja talvikuukausille. Kummallekin vuodenaikajalle määräytyy tehomaksu erikseen, joten talven aikana lämmityksellä aiheutettu tehohuippu ei vaikuta kesän maksuihin, jolloin tehonkulutus voi olla pienempää. Tämänkaltaisen jako on myös verkkoyhtiön kannalta helpommin ennustettavissa, kuin esimerkiksi kuukausikohtainen tehohuippuhinnoittelu. Suhteelliset ja absoluuttiset muutokset olivat pienempiä kuin edellisessä tarkastelussa.

Neljännessä tarkastelussa oli tilanne, jossa perusmaksu siirrettiin tehomaksuun kokonaan. Tämä aiheutti suuret absoluuttiset muutokset paljon energiaa käyttäville. Suhteelliset muutokset ovat keskimääräisesti noin 20 %.

Maksutaakka kasvaa käyttäjillä, joilla energiankäyttö on suurta ja huipputehot myös. Tällainen tariffirakenne olisi yksinkertaisempi, sillä maksukomponentteina olisi vain energiamaksu sekä tehomaksu.

Viides tarkastelu oli jatkoa edelliselle, mutta muutoksena perusmaksu jätettiin käyttöön ja siitä otettiin puolet tehomaksuun. Hintojen muutokset ovat karkeasti noin puolet pienempiä kuin tarkastelussa 4. Suhteelliset muutokset olivat alle 10 %.

Tarkastelut 2 ja 3 tuottivat pienimmät muutokset. Tämänkaltaisia tariffinmuutoksia olisi helppo myös tuoda hinnoitteluun, sillä asiakaskohtaiset muutokset olisivat rajoitettuja. Tariffirakenteet, joissa perusmaksua siirretään tehomaksuun, ovat myös mielenkiintoisia ja niiden avulla voidaan hakeutua kohti tilannetta, jossa perusmaksun osuus on pienempi tai se poistetaan kokonaan käytöstä.

11 ASIAKASVAIKUTUKSET TARIFFIN MUUTOKSISSA

Viime aikoina sähkönsiirron maksut sekä siirtoyhtiöiden hinnan korotukset ovat olleet paljon esillä mediassa sekä keskustelussa. Verkkoyhtiöt ovat osoittaneet aikaisempaa suurempaa mielenkiintoa pienasiakkaan tehotariffin käyttöönotolle ja tästä kyseisestä tariffin muutoksesta on ollut myös paljon keskustelua. Verkkotoimijoiden näkökulmasta tehotariffin käyttöönotto koetaan hyödylliseksi, kun halutaan ohjata hinnoittelua kustannusvastaavampaan sekä verkkoyhtiön toiminnasta saadaan helpommin ennustettavaa ja tulevaisuuden muutokset kestäväää. Asiakkaat taas voivat kokea uuden maksukomponentin pelkkänä siirtomaksun korotuksena ja monilla ei välttämättä ole täyttä ymmärrystä siitä, mistä maksu koostuu ja kuinka siihen voi vaikuttaa.

Koski tutki omassa diplomityössään tehotariffin vaikutusta asiakkaiden ohjaukseen ja siinä huomattiin, kuinka asiakkaat voivat siirtää pyykkikoneen, astianpesukoneen tai kuivausrummun käyttöä leikataksseen tehohuippuja. Tämä koettiin kuitenkin vaivalloiseksi ja saatu taloudellinen hyöty liian pieneksi, ettei suurin osa asiakkaista haluaisi ottaa kuukausittaiseen huipputehoon perustuvaa hinnoittelua käyttöönsä. Asiakkaat tarvitsisivat kotiautomaatiota ja mittauspalveluita automaattiseen kuormien ohjaukseen. (Koski, 2017)

Saatujen tehohuippujen leikkaukset olivat myös suhteellisen pieniä ja suurin vaikuttavin tekijä sähkölämmitteisissä taloissa oli yksinkertaisesti ulkona vallitseva lämpötila, johon asiakkaat eivät itse voi vaikuttaa. Suomessa ei vielä ole tehty edellä mainitun tutkimuksen lisäksi muita tutkimuksia siitä, miten paljon tehotariffi vaikuttaisi verkon tehohuippuihin. Asiakkailla voi myös olla vaikeuksia ymmärtää, mistä heidän sähkölaskunsa rakennetaan ja kuinka hänen tehohuippunsa ja sitä kautta lopullinen siirtohinta muodostuu.

Jos asiakkaille otetaan käyttöön uudenlainen komponentti sähkönsiirron hinnoittelussa tehomaksun muodossa, on asiakkaiden tiedottaminen muutoksista tärkeässä roolissa. Heille on tarjottava havainnollisia esimerkkejä eri kodin laitteista ja niiden vaikutuksesta tehohuippuun sekä antaa tietoa, kuinka asiakas voi vaikuttaa omaan sähkönsiirtolaskuunsa. Tehomaksun määräytymisperusteet ovat vaikuttavin tekijä. Tutkimuksissa on pohdittu tehomaksun määräytyvän joko kuukauden tai vuoden suurimmasta keskituntitehosta. Jos tehomaksu määräytyisi kuukausittain se antaisi hinnoittelulle dynaamisuutta ja asiakkaalle enemmän mahdollisuuksia vaikuttaa omaan siirtolaskuunsa. Verkkoyhtiön näkökulmasta taas verkosto rakennetaan korkeimman tehon mukaan ja kustannukset pysyvät samana, vaikka teho olisi pienempi muun osan vuodesta, joten siirron puolesta vuoden suurin keskituntiteho olisi perusteltu laskutustapa.

Kosken tutkimuksessa huomioitiin myös mahdollisuus, jossa otettaisiin käyttöön vuodenaikajako. Kesäisin, kun verkkokapasiteettia on käytössä enemmän, olisi tehomaksun osuus pienempi ja talvella taas suurempi, kun verkon kapasiteettia käytetään enemmän. Tämä antaisi asiakkaalle mahdollisuuden vaikuttaa tehohippuunsa verkon huippukuormitus aikaan talvella ja taas kesällä ohjausvaikutus olisi pienempi, kun verkossakin on enemmän kapasiteettia. Ruotsissa esimerkiksi joissakin verkkoyhtiöissä on käytössä tällainen vuodenaikajako. (Koski, 2017) Vuodenaikajaoillista tehotariffirakennetta tutkittiin kappaleessa 10.3. Tämänkaltaisen rakenne takaisi verkkoyhtiölle ennustettavaa rahavirtaa, mutta antaisi myös asiakkaalle enemmän mahdollisuuksia vaikuttaa siirtolaskuunsa kuin liukuvan vuoden huipputehon perusteella tapahtuva laskutus.

12 YHTEENVETO

Tässä opinnäytetyössä käytiin läpi sähkönsiirron hinnoitteluprosessia. Lisäksi tutkittiin, minkälaisia vaikutuksia yksittäisille sähkönkäyttäjille on uudenlaisten tariffirakenteiden käytöstä. Samalla myös tarkasteltiin erilaisia tariffirakenteita ja niiden käyttöönoton vaikutuksia. Työssä kehitettiin myös laskentasovellus, jolla voidaan suunnitella hinnaston muutoksia ja simuloida kyseisten muutosten vaikutuksia verkkoyhtiön tulovirtaan sekä asiakaskohtaisiin maksujen muutoksiin.

Siirtohinnoittelulle ei ole olemassa yhtä oikeaa tapaa, vaan jokainen verkkoyhtiö voi rakentaa omalle toimintaympäristölleen sopivan siirtohinnoittelun lainsäädännön puitteissa. Energiavirasto valvoo Suomessa siirtohinnoittelun tasoa ja lainsäädännön noudattamista. Verkkoyhtiölle on taattava vakaa tulonmuodostus ja hinnoittelun on pysyttävä kohtuullisena asiakkaalle.

Verkkoyhtiöiden nykyisin käyttämät energiapainotteiset tariffit eivät ole kaikilta osin kustannusvastaavia, sillä verkkoyhtiön kustannuksista suurin osa on kiinteitä ja energian osuus verkkoyhtiön kustannuksista on yhtiöstä riippuen 15 – 25 %. Verkkoyhtiöt ovat korjanneet tilannetta kasvattamalla kiinteän perusmaksun osuutta, mutta se vähentää sähkönkäyttäjien mahdollisuuksia vaikuttaa omaan sähkölaskuunsa. Tämän vuoksi on lähdetty kehittämään uudenlaisia tariffirakenteita, joilla kiinteät kustannukset pystytään kohdistamaan kustannusvastaavammin ja samalla tarjotaan sähkönkäyttäjille mahdollisuudet vaikuttaa omaan siirtolaskuunsa paremmin. Kuluttaja-asiakkaiden kohdalta tämä tarkoittaa tehomaksujen käyttöönottoa.

Työssä otettiin tarkasteluun KSV:n aikasiirtotariffiryhmän joukko, joille tehtiin tarkempia käyttäytymisanalyyskejä sekä tariffimuutosten arviointia. Saatuja tuloksia analyyseistä käytettiin hyödyksi, kun suunniteltiin uudenlaisia tariffirakenteita valitulle asiakasryhmälle. Työssä tehtiin ehdotus uudesta tariffirakenteesta, johon kuuluu tehomaksu. Tarkastelussa huomattiin, että uuden tehomaksukomponentin käyttöönotto on tehtävä pienin askelin ja monen vuoden aikajänteellä, jotta asiakaskohtaiset muutokset saadaan pidettyä hallittavina sekä säilyttää mahdollisuus muokata rakennetta kustannusvastaavampaan muotoon. Ministeriön älyverkkotyöryhmän raportissa linjattu halu saada tariffirakenteet vastaamaan toisiaan verkkoyhtiöittäin on myös huomioon otettava asia.

Opinnäytetyön analyyseistä saatuja tietoja sekä laskentasovellusta voidaan käyttää tulevaisuudessa hyväksi, kun verkkoyhtiö kehittää uusia siirtotariffirakenteita ja suunnittelee niiden käyttöönottoa.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

- Apponen, R. (2016). *Pienasiakkaan tehotariffin kehitys ja käyttöönotto*. Helsinki: Aalto-yliopisto. Haettu 10. 1 2018 osoitteesta <https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/23247>
- Energiavirasto. (30. 11 2015). *Valvontamenetelmät neljännellä 1.1.2016 - 31.12.2019 ja viidennellä 1.1.2020 - 31.12.2023 valvontajaksolla*. Haettu 11. 1 2018 osoitteesta https://www.energiavirasto.fi/documents/10191/0/Liite_2_Valvontamenetelm%C3%A4t_S%C3%A4hk%C3%B6jakelu.pdf/c48d64d7-4364-4aa1-a91b-9e1cf1167936
- Energiavirasto. (2018). *Energiavirasto historia*. Haettu 15. 1 2018 osoitteesta Energiavirasto historia: <https://www.energiavirasto.fi/historia>
- EPN 2012/27/EU. (2018). *Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi energiatehokkuudesta ja energiapalveluista 2012/27/EU*. Haettu 15. 1 2018 osoitteesta [https://www.motiva.fi/files/7208/Energiatehokkuusdirektiivi_\(EED\).pdf](https://www.motiva.fi/files/7208/Energiatehokkuusdirektiivi_(EED).pdf)
- Fingrid. (2018). *Fingrid kantaverkkopalvelumaksut*. Haettu 15. 1 2018 osoitteesta Fingrid kantaverkkopalvelumaksut: <https://www.fingrid.fi/palvelut/sahkonsiirto/maksut/#kantaverkkopalvelumaksut>
- Honkapuro, S.;Haapaniemi, J.;Haakana, J.;Lassila, J.;Partanen, J.;Lummi, K.;. . . Järventausta, P. (2017). *Jakeluverkkoyhtiöiden tariffirakenteiden kehitysmahdollisuudet ja vaikutukset*. Lappeenranta ja Tampere: Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Tampereen teknillinen yliopisto. Haettu 7. 1 2018 osoitteesta https://energia.fi/files/1712/Jakeluverkon_tariffirakenteen_kehitysmahdollisuudet_ja_vaikutukset_loppuraportti_LUT_TUT_20170818.pdf
- Koski, A. (2017). *Tehotariffi kannustimena sähköverkkoyhtiön asiakkaiden tehonkäytön ohjauksessa*. Vaasa: Vaasan yliopisto teknillinen tiedekunta. Haettu 5. 2 2018 osoitteesta <https://www.tritonia.fi/download/gradu/7732>
- KSV Oy. (2017). *Vuosikertomus 2017*. Kuopion Sähköverkko Oy. Haettu 5. 2 2018
- KSV Oy. (2018). Kuopion Sähköverkko Oy diaesitys. Haettu 18. 1 2018
- Lummi, K. (2013). *Sähkön siirtohinnoittelu ja kuormitusmallien käyttö tariffisuunnittelussa*. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto. Haettu 5. 2 2018 osoitteesta <http://urn.fi/URN:NBN:fi:tty-201311211466>
- Lummi, K.;Järventausta, P.;Mäkinen, A.;& Mutanen, A. (2014). Electricity Distribution Pricing Methodology In Finnish Regulation Framework - A Case Study of Matching Principle. NORDAC. *Methodology In Finnish Regulation Framework - A Case Study of Matching Principle*. Haettu 3. 2 2018 osoitteesta [https://tutcris.tut.fi/portal/en/publications/electricity-distribution-pricing-methodology-in-finnish-regulation-framework--a-case-study-of-matching-principle\(6f923765-a9b0-4d0b-8455-a66810eb6f68\).html](https://tutcris.tut.fi/portal/en/publications/electricity-distribution-pricing-methodology-in-finnish-regulation-framework--a-case-study-of-matching-principle(6f923765-a9b0-4d0b-8455-a66810eb6f68).html)
- Pantti, J.-p. (2010). *Sähkön siirtotuotteiden hinnoittelusovelluksen kehittäminen*. Diplomityö. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto. Haettu 4. 2 2018 osoitteesta <http://docplayer.fi/3315668-Jani-pekka-pantti-sahkon-siirtotuotteiden-hinnoittelusovelluksen-kehittaminen.html>
- Partanen, J. (2016). *Sähkömarkkinat, sähkönsiirron hinnoitteluperusteet - Opetusmoniste*. Lappeenranta: Lappeenrannan Teknillinen yliopisto. Haettu 16. 1 2018 osoitteesta <http://docplayer.fi/2309690-BI20a0400-sahkomarkkinat-sahkon-siirron-hinnoitteluperusteet-jarmo-partanen.html>
- Partanen, J.;Honkapuro, S.;& Tuunanen, J. (2012). *Jakeluverkkoyhtiöiden tariffirakenteiden kehitysmahdollisuudet*. Lappeenranta: Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Haettu 7. 2 2018 osoitteesta <https://www.lut.fi/documents/10633/138922/Jakeluverkkoyhti%C3%B6iden+tariffirakenteiden+kehitysmahdollisuudet/e890db99-9c44-4f83-83d3-d5af676a1240>
- Partanen, J.;Viljainen, S.;Lassila, J.;Honkapuro, S.;Salovaara, K.;Annala, S.;& Makkonen, M. (2015). *Sähkömarkkinat - opetusmoniste*. Lappeenrannan teknillinen yliopisto.

Suikkanen, P. (2016). *Tehoon perustuvan pienjänniteasiakkaiden siirtotariffi-rakenteen kehittäminen Mäntsälän Sähkö Oy:lle*. Lappeenranta: Lappeenrannan Teknillinen Yliopisto. Haettu 24. 1 2018 osoitteesta <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2016110828214>

Sähkömarkkinalaki, 588/2013. (ei pvm). 588/2013. Haettu 16. 1 2018 osoitteesta <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130588>

Työ- ja elinkeinoministeriö. (2018). *Sähkömarkkinat/Älyverkot*. Haettu 11. 1 2018 osoitteesta <http://tem.fi/alyverkot>